

**VŠB- TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
**FAKULTA STROJNÍ**



**Ideový návrh opakovací odstřelovačské  
pušky ráže  
338 Lapua Magnum**

**Design of Repeating Sniper Rifle for  
Caliber 338 Lapua Magnum**

**Fakulta:**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Závěrečnou práci vypracoval:**

**Rok odevzdání:**

**Fakulta strojní**

**doc. Ing. Stanislav Procházka, CSc**

**Vít Sedlák**

**2009/2010**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Vít Sedlák**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 50 Lovecké, sportovní a obranné zbraně a střelivo  
Téma: Ideový návrh opakovací odstřelovačské pušky ráže 338 Lapua Magnum

### Design of Repeating Sniper Rifle for Caliber 338 Lapua Magnum

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rešerši v oblasti zadaného segmentu trhu s odstřelovačskými puškami (OPu) s důrazem na přehled opakovacích pušek.
2. Analyzujte používané konstrukční principy opakovacích OPu (konstrukce a uložení hlavně, uzamčení, podávání, spoušťové a bicí mechanismy aj.) a vyberte nejvhodnější konstrukční prvky pro ideový návrh.
3. Vypočtete potřebné vnitrobalistické veličiny pro návrh zbraně v ráži 338 Lapua Magnum a navrhnete hlavě OPu, potřebná hlavňová ústrojí a uložení hlavně do zbraně. Návrh doložte detailním výkresem hlavně a kompletním pevnostním výpočtem.
4. Ideově navrhnete ostatní mechanismy zbraně (závěr, zásobník, bicí a spoušťové ústrojí, pažbu aj.). Návrh doložte výkresem sestavení zbraně v potřebných pohledech a řezech, pevnostními výpočty, schématy a nákresy jednotlivých ústrojí potřebných pro doložení návrhu.
5. Popište konstrukci a používání navržené zbraně.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.

Petruželka, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>.

Fišer, M., Procházka, S. *Projektování loveckých, sportovních a obranných zbraní*. [Skriptu]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, 120 s.

Fišer, M.: *Konstrukce loveckých, sportovních a obranných zbraní*. [Skriptu]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2006, 130 s.

Popelínský, L., Procházka, S. aj. *Automatické zbraně*. [Učebnice]. Praha: FMO, 1991, 636 s., číslo tisku RDV-51-1

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Stanislav Procházka, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

## **Prohlašuji, že**

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že (bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Adresa trvalého pobytu autora práce:

## **Anotace bakalářské práce**

Bakalářská práce je zaměřena na ideový návrh odstřelovačské pušky v ráži 338 Lapua Magnum. V prvním bodě práce je zpracován přehled současně dostupných (vyráběných) pušek a užívané munice s následnou analýzou použitých konstrukčních prvků. Dále jsou vypočteny vnitrobalistické veličiny potřebné pro návrh hlavně a její uložení. Konec práce je zaměřen na návrh ostatních dílů, mechanismů a zhodnocení použitelnosti navržené zbraně. K práci jsou také přiloženy potřebné výkresy.

## **Abstract of the Bachelor Thesis:**

This Bachelor Thesis concentrates on the conceptual design of the sniper rifle in cal. .338 Lapua Magnum. The first section of this work provides review of currently available (manufactured) rifles and ammunition used followed by analysis of structural members. Further there are calculations of internal ballistics required for barrel design and especially its seating. The final section concentrates on the design of other parts, mechanisms and evaluation of the designed weapon and its application. The work also includes related drawings.

# Obsah

Použité označení .....	9
1 Úvod .....	10
2 Přehled OPu a použitého střeliva .....	11
2.1 OPu .....	11
2.2 Přehled použitého střeliva .....	42
3 Analýza používaných konstrukčních prvků opakovacích OPu .....	48
3.1 Hlaveň .....	48
3.2 Pouzdro závěru (lůžko) .....	48
3.3 Závěr .....	49
3.4 Zásobovací ústrojí .....	49
3.5 Spoušťové mechanismy .....	50
3.6 Bicí (iniciační) ústrojí .....	50
3.7 Pojistná ústrojí .....	50
3.8 Pažba .....	50
3.9 Ústřová zařízení .....	51
3.10 Systém holý a úplný .....	51
3.11 Závěr úplný .....	51
3.12 Příslušenství .....	51
3.13 Finální sestava .....	52
4 Vnitřní balistika .....	53
4.1 Konstrukční charakteristiky a nabíjecí podmínky .....	54
4.2 Průběh vnitrobalistických veličin .....	55
5 Návrh hlavně pro náboj 338 Lapua Magnum .....	57
5.1 Výpočet v pružně plastické oblasti .....	59
5.2 Návrh hlavně .....	60
5.3 Uložení hlavně .....	60
5.4 Hlavňová ústrojí .....	61
6 Ideový návrh .....	62
6.1 Hlaveň .....	63
6.2 Závěr .....	63
6.2.1 Závorník .....	63
6.2.2 Tělo závěru .....	64
6.2.3 Klika závěru .....	64
6.2.4 Úderník úplný .....	65
6.2.5 Pevnostní výpočet návrhu závěru .....	65
6.3 Bicí ústrojí .....	66

6.4	Spoušťové ústrojí .....	67
6.5	Pažba .....	69
6.6	Zásobník.....	69
6.7	Příslušenství .....	69
7	Závěr .....	71
	Literatura a další zdroje.....	72
	Seznam příloh:.....	74



## Použité označení

V přehledu jsou uvedena označení, zkratky a symboly použité v práci níže.

### Malá písmena

a,b	[m]	geometrické charakteristiky prachového zrna
c	[m <sup>3</sup> ]	počáteční objem spalovacího prostoru
d	[m]	ráže střely
f	[J·kg <sup>-1</sup> ]	měrná energie prachu
l	[m]	délka dráhy střely
l'	[m]	redukováná délka volného objemu spalovací komory
l <sub>kom</sub>	[m]	délka spalovacího prostoru
l <sub>0</sub>	[m]	vztažná délka spalovacího prostoru
l <sub>ú</sub>	[m]	celková dráha dna střely v hlavni
m <sub>q</sub>	[kg]	hmotnost střely
p	[MPa]	tlak prachových plynů
s	[m <sup>2</sup> ]	plocha průřezu vývrtu hlavně
t	[s]	čas, doba děje
v	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost střely
v <sub>k</sub>	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost střely na konci hoření
z	[-]	poměrná shořelá tloušťka prachového zrna

### Velká písmena

I <sub>k</sub>	[Pa·s]	celkový impuls prachových plynů
P <sub>0</sub>	[Pa]	tlak na počátku pohybu střely

### Řecká písmena

ω	[kg]	hmotnost prachové náplně
Δ	[kg·m <sup>-3</sup> ]	hustota prachové náplně
δ	[kg·m <sup>-3</sup> ]	hustota prachové masy

# 1 Úvod

Odstřelovač (Sniper) je v dnešní době nedílnou součástí ozbrojených složek armádních speciálních jednotek určených k boji na nepřátelském území v době válečného konfliktu, zásahových policejních jednotek při řešení nebezpečných situací v zastavěných městských oblastech. V civilním sektoru se odstřelovači účastní také mnoha sportovních disciplín. K výkonu svého „zaměstnání“ či ke sportovní činnosti musí mít vybavení špičkové úrovně, tedy **ODSTŘELOVAČSKÉ PUŠKY**, na které bude zaměřena tato závěrečná bakalářská práce.

Cíl: Výběr optimálního řešení jednotlivých konstrukčních principů z dnes používaných opakovacích pušek- Ideový návrh opakovací odstřelovačské pušky v ráži 338LapuaMagnum.

## 2 Přehled OPU a použitého střeliva

### 2.1 OPU

Rešeršní přehled opakovacích OPU je zpracován pro názornost a orientaci v dnešním sortimentu zbraní tohoto určení. Na závěr rešerše je uvedeno i střelivo jednotlivých ráží používaných odstřelovači. Veškerá data jsou pro rychlé srovnání a přehlednost zpracována do tabulky v příloze.

#### Accuracy International

**AW** (Arctic Warfare)



**Ráže:** 223Rem; 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10/ 8

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1180 mm

**Hmotnost:** 6,2 kg (223 Rem.), 5,9 (308 Win.)

**Mířidla:** zaměřovací dalekohled Schmidt&Bender MKII 6x42 nebo 10X42

**AWS** (Arctic Warfare Silencer)



**Ráže:** 308Win (subsonické střelivo)

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1200 mm

**Hmotnost:** 6,0 kg

**Mířidla:** zaměřovací dalekohled Schmidt&Bender 6x42 nebo 3-12x50

### **AW50 (Arctic Warfare)**



**Ráže:** 50BMG (12,7 mm)

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1420 mm, se sklopenou pažbou 1170 mm

**Hmotnost:** 15,0 kg

**Mířidla:** zaměřovací dalekohled Schmidt&Bender 10x42, 3-12x50 nebo 4-16x50

### **AWM (Arctic Warfare Super Magnum)**



**Ráže:** 300Win; 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1220 mm; 1230 mm

**Hmotnost:** 7,1 kg; 6,8 kg

**Mířidla:** zaměřovací dalekohled Schmidt&Bender MKII 10x42, 3-12x50 nebo 4-16x50

### **Remington**

#### **M24**



**Ráže:** 308Win; 300WinMag

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 6

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1092 mm

**Délka hlavně:** 660 mm

**Počet drážek:** 5

**Stoupání:** 285 mm

**Hmotnost:** 5,4kg

**Účinný dostřel:** 700-800 m

**Remington model 700 Police (USA)**



**Ráže:** 223Rem; 308Win

**Zásobovací ústrojí:** schránkové provedení

**Kapacita:** 4

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1665 mm

**Délka hlavně:** 660

**Hmotnost:** 4,1kg

**Účinný dostřel:** 800 m

**M40A1**

Tato zbraň není výrobkem firmy Remington, ale hlavní díly z ní vychází



**Ráže:** 308Win

**Zásobovací ústrojí:** schránkové provedení

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1117 mm

**Délka hlavně:** 610mm

**Počet drážek:** 6

**Stoupání:** 305 mm

**Hmotnost:** 6,6kg

**Účinný dostřel:** 914 m

**Úst'ová rychlost:** 777 m/s

**Steyr**

**Scout Tactical**



**Ráže:** 223Rem; 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5;10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1090 mm

**Hmotnost:** 3,63kg

**Účinný dostřel:** 1000m

### SSG-69



**Ráže:** 308Win

**Zásobník:** rotační; odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5; 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1140 mm

**Hmotnost:** 3,9kg

**Účinný dostřel:** 1000m

**Počáteční rychlost:** 860m/s

### SSG 04



**Ráže:** 308Win; 300Win Mag

**Zásobník:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10 (308Win); 8 (300Win Mag)

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1175 mm

**Délka hlavně:** 600 mm

**Hmotnost:** 4,9kg

### SSG 04 Compact

**Ráže:** 308Win

**Zásobník:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Délka:** 1083 mm

**Délka hlavně:** 508 mm

**Hmotnost:** 4,7kg

## SSG 08



**Ráže:** 243Win; 308Win; 300Win Mag

**Zásobník:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10 (243Win; 308Win); 8 (300WinMag)

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1182 mm; 960mm se sklopenou pažbou

**Délka hlavně:** 600 mm (508mm)

**Stoupání:** 254mm (243Win; 300WinMag)/ 305mm (308Win)

**Počet drážek:** 4

**Hmotnost:** 5,7kg

## SSG 08 Compact

**Ráže:** 308Win

**Zásobník:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Délka:** 1090 mm/ 868mm se sklopenou pažbou

**Délka hlavně:** 508 mm

**Hmotnost:** 5,5kg

## Steyr HS .50/ .460 sniper rifle



**Ráže:** 50BMG; 460Steyr

**Zásobník:** nemá

**Kapacita:** Single Shot

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1370 mm

**Délka hlavně:** 833 mm

**Hmotnost:** 12,4kg



## **ZVI (Zbrojovka Vsetín)**

### **OP 96 Falcon**



**Ráže:** 50BMG; 12,7x108

**Zásobník:** zásobník

**Kapacita:** 2

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1260mm (50BMG); 1380mm (12,7x108)

**Délka hlavně:** 839mm; 927 mm

**Hmotnost:** 12,9kg; 13,4kg

**Účinný dostřel ve dne:** 2000m

**účinný dostřel v noci:** 800m

**úst'ová rychlost:** 790-900 m/s

**Mířidla:** Optická 10x50+ mechanická

**Další údaje:** falkon je v používání 6. Speciální brigády

## **Barret (USA) Barrett Firearms manufacturing**

### **M95/M90A1**





**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1143mm

**Délka hlavně:** 737mm

**Stoupání:** 381mm

**Hmotnost:** 10,7kg

**Účinný dostřel:** 1800m

**úst'ová rychlost:** 854 m/s

#### **M98B**



**Ráže:** 338 Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1263mm

**Délka hlavně:** 685mm; 508mm

**Stoupání:** 254mm

**Hmotnost:** 6,12kg; 5,62kg

**Účinný dostřel:** 2000m

## M99



**Ráže:** 50BMG; 416 Barret

**Zásobovací ústrojí:** nemá

**Kapacita:** Single Shot

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1270mm (416Barret); 1190mm (50BMG)

**Délka hlavně:** 839mm; 927 mm

**Stoupání:** 305mm (416Barret); 381mm (50BMG)

**Hmotnost:** 11,4kg;10,4kg

**Účinný dostřel:** 2000m

### M99-1

**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** nemá

**Kapacita:** Single Shot

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1179mm

**Délka hlavně:** 737

**Hmotnost:** 9,53Kg

## CheyTac LRRS (USA)

### M100

(původní konstrukce Windrunner do firmy E.D.M. Arms)



**Ráže:** 50BMG

### M200 (Long range rifle systém)



**Ráže:** 408 CheyTac

**Zásobník:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1440mm (délka při vysunuté pažbě); 1220mm (při zasunuté pažbě)

**Délka hlavně:** 762mm

**Hmotnost:** 12,3kg

**Účinný dostřel ve dne:** 2300m

**úst'ová rychlost:** ?

**Mířidla:** Nightforce NXS 5.5-22X a senzor Kestrel 4000

**Další údaje:** dle dostupných informací je za určitých podmínek dosahováno účinného dostřelu až na 2700 yardů= 2450m.

### M310



**Ráže:** 408 ChayTac

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 7

**Délka:** 1359mm

**Délka hlavně:** 737mm

**Stoupání:** 13"

**Další údaje:** levnější varianta výše uvedené M200

### Blaser

#### Tactical 2



**Ráže:** 223Rem; 308Win; 300WinMag; 338Lapua Mag

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5/ 5/ 4/ 4

**Typ zbraně:** jednoranný opakovací přímo tažný závěr

**Délka:** 1130mm/1130mm/1150mm/1190mm

**Délka hlavně:** 627mm/ 627mm/ 650mm/ 685mm

**Stoupání:** 10"/ 11"/ 11"/ 10"

**Počet drážek:** 4/ 4/ 6/ 6

**Hmotnost:** 5,4kg/ 5,4kg/ 5,4kg/ 5,8kg

#### LRS 2



**Ráže:** 223Rem, 6mm Norma BR, 6,5x55, 308Win, 300Win Mag

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5/ 5/ 5/ 5/ 4

**Typ zbraně:** jednoranný opakovací přímo tažný závěr

**Délka:** 1130mm/ 1130mm/ 113mm/1130mm/ 1150mm

**Délka hlavně:** 627mm

650mm

**Stoupání:** 10"/ 8"/ 10"/ 11"/ 11"

**Počet drážek:** 4/ 4/ 4/ 4/ 6

**Hmotnost:** 4.8kg

## DSR

**DSR-precision DSR 1 sniper rifle (Germany)**



**Ráže:** 308Win,300Win Mag, 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5 (308Win)/ 4 (300Win Mag,338Lapua Mag)

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 990mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Hmotnost:** 5,9kg

**Další údaje:** díky využití systému bull-pup má zbraň v přední části pažby vytvořen prostor pro uchycení náhradního zásobníku

**Precision DSR 50 sniper rifle** (Germany)



**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 3

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1350mm s „blaset“ kompenzátore/1230mm bez kompenzátoru

**Délka hlavně:** 800mm

**Hmotnost:** 10,3kg

**China South Industries Group**

**AMR-2** (Anti Materiel Rifle)



**Ráže:** 12,7x108mm

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** plná délka 1420mm/ 1230mm se sklopenou pažbou



**Délka hlavně:** 850mm

**Hmotnost:** 9,8kg

**Účinný dostřel:** 1500m

**RT (Croatia)**

**RT-20 Antimateriel Sniper Rifle (Rucni Top, 20mm)**



**Ráže:** 20x110mm

**Zásobovací ústrojí:** single shot

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem ?(bull-pup)?

**Délka:** 1330mm

**Délka hlavně:** 920mm

**Hmotnost:** 19,2kg

**Účinný dostřel:** 1800m

**RPA International Ltd (Great Brithish)**

**Rangemaster .50 Technical Specifications**



**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** plná délka zbraně 1520mm/délka se sklopenou pažbou 1230mm



**Délka hlavně:** 812mm

**Stoupání:** 381mm

**Hmotnost:** 16,9kg s optikou a dvounožkou

### **Rangemaster .338 Technical Specifications**



**Ráže:** 338Lapua mgnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** plná délka zbraně 1310mm/délka se sklopenou pažbou 1050mm

**Délka hlavně:** 711mm

**Stoupání:** 254mm

**Hmotnost:** 8,6kg s optikou a dvounožkou

### **Rangemaster 7.62 Technical Specifications**



**Ráže:** 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** plná délka zbraně 1230mm/délka se sklopenou pažbou 960mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Stoupání:** 304mm

**Hmotnost:** 7,35kgs optikou a dvounožkou

### **Rangemaster 7.62 STBY Technical Specifications**



**Ráže:** 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** plná délka zbraně 1230mm/délka se sklopenou pažbou 960mm

**Délka hlavně:** 406mm

**Stoupání:** 254mm

**Hmotnost:** 6,6kg optikou a dvounožkou

### **Truvelo Armory (South Africa)**

**Truvelo 50BMG caliber rifle - single shot vision**



**Truvelo 50BMG caliber rifle - 5 shots magazine fed vision**



**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** single shot/odnímatelný zásobník

**Kapacita:** -/5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1510mm

**Stoupání:** 254mm

**Hmotnost:** 16kg

**Účinný dostřel:** 1700m

**Uváděná přesnost výrobcem:** 1MOA/500m

### **Trulov Sniper Rifle 338 Lapua Magnum**



**Ráže:** 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1350mm

**Stoupání:** ...mm

**Hmotnost:** 8,9kg

**Uváděná přesnost výrobcem:** 1/2MOA/500m

### **AMSD**

**OM 50 Nemesis Mk I OM 50 Nemesis Mk II OM 50 Nemesis Mk III (Switzerland)**





**OM 50 Nemesis Mk I OM 50 Nemesis Mk II OM 50 Nemesis Mk III**

**Ráže:** 50BMG

**Zásobovací ústrojí:** nemá x odnímatelný zásobník

**Kapacita:** -; 5

**Typ zbraně:** single shot/ opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1029mm/ hlaveň 381mm až 1562mm/hlaveň 838mm s plně vysunutou stavitelnou pažbou, 774mm/ hlaveň 381mm až 1232mm/ hlaveň 838mm s plně sklopenou stavitelnou pažbou

**Délka hlavně:** 381-838mm

**Hmotnost:** prázdné 10-15kg, konečná hmotnost zbraně závisí na použité hlavni

**Unique Alpine (Austria)**

**TPG-1 Sniper rifle**





**Ráže:** 223Rem, 243Win, 308Win, 300Win Mag, 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 3- 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:**

**Délka hlavně:** 650mm/ 700mm (pro 338Lapua Magnum)

**Hmotnost:** 5,5-7kg

#### **PGW Defence Technologies**

**PGW Timberwolf C14 MRSWS** – Medium Range Snipers Weapon System  
(Canada)



**Ráže:** 338Lapua Magnum/ 408 CheyTac

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1200mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Hmotnost:** 7,1kg

**Účinný dostřel:** 1500m

**Mířidla:** USO SN-3 EREK 3.2-17

## Jianshe Group

### JS 7.62mm sniper rifle



**Ráže:** 7.62x54R

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1030mm

**Délka hlavně:** 600mm

**Hmotnost:** 5,5kg

**Účinný dostřel:** 800m

## PGM Mini-Hecate .338 (France)



**Ráže:** 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1290mm

**Délka hlavně:** 700mm

**Hmotnost:** 6,6kg

**Účinný dostřel:** 800m

**Mířidla:** US Optics X1.7-22 variable MilSpec scope

**účinný dostřel:** 1200m

**Mauser (Germany)**

**SR-93 sniper rifle**



**Ráže:** 308Win., 300Win Mag., 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 6/6/5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1230mm

**Délka hlavně:** 690mm

**Hmotnost:** 5,9kg

**Účinný dostřel:** 600m

**Mířidla:** Hensoldt 3-12X56

**ERMA (Germany)**

**SR-100**



**Ráže:** 308Win, 300Win.Mag, 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10/8/5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1260mm (308win), 1360mm (300WM, 338LM)

**Délka hlavně:** 650mm (308Win), 750mm (300WM, 338LM)

**Stoupání hlavně:** 305mm (308Win), 254mm (300WM, 338LM)

**Hmotnost:** 6,4-6,9kg podle použité hlavně



## **GOL-Sniper rifle (Germany)**

### **GOL-Sniper Magnum**



**Ráže:** 308Win., 300WinMag., GOL-SniperS, 338LapuaMagnum-GOL-Sniper Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** dle použité ráže

**Délka hlavně:** 710mm- GOL-Sniper Magnum

**Hmotnost:** dle použité ráže

## **Bor (Poland)**

### **KBW Bor**



**Ráže:** 308Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 938-1038mm

**Délka hlavně:** 560-680mm

**Hmotnost:** 6,5kg

**Účinný dostřel:** 1000m



**MKEK (Mechanical and Chemical indulty Corporation) (Turkey)**

**JNG-90 sniper rifle „Bora“**



**Ráže:** 308Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1165mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Hmotnost:** 6,4kg

**Brugger & Thomet (Switzerland)**

**APR 308 Advanced Precision**



**Ráže:** 308Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1139mm (906mm se sklopenou pažbou)

**Délka hlavně:** 610mm

**Hmotnost:** 7kg

**Účinný dostřel:** až 1000m

#### **APR 338 Advanced Precision**



**Ráže:** 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1236mm (1002mm se sklopenou pažbou)

**Délka hlavně:** 690mm

**Hmotnost:** 8kg

**Účinný dostřel:** 1500m

#### **HAENEL (Germany)**

##### **RS 8 BASIC**



**Ráže:** 308Win., 300WinMag

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10/7

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka x výška x šířka:** 1130mm (1160mm)/ x 185mm x 60mm

**Délka hlavně:** 600mm/ 630mm

**Hmotnost:** 5,3kg

## RS 8 COMPACT



**Ráže:** 308Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka x výška x šířka:** 1040mm x 185mm x 60mm

**Délka hlavně:** 510mm

**Hmotnost:** 5,2kg

## RS 8 SUBCONIC



**Ráže:** 308Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka x výška x šířka:** 1160mm x 185mm x 60mm

**Délka hlavně:** 350mm

**Hmotnost:** 5,4kg

**Hmotnost tlumiče:** 0,6kg

## McMillan (USA)

**TAC-50 sniper rifle**



**Ráže:** 50 BMG

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1448mm

**Délka hlavně:** 736mm

**Hmotnost:** 11,8kg

**Účinný dostřel:** 1600mm

## **SAKO (Finsko)**

### **TRG 22**



**Ráže:** 308 Win.

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1150mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Počet drážek:** 4

**Stoupání:** 280mm

**Hmotnost:** 4.7kg

### **TRG 42**



**Ráže:** 300WinMag/ 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 7/5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1200mm

**Délka hlavně:** 690mm

**Počet drážek:** 4

**Stoupání:** 280mm/305mm

**Hmotnost:** 5,1kg

### TIKKA T3 TACTICAL



**Ráže:** 223Rem/ 308Win/ 300WinMag

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 4-6

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1020-1110mm

**Délka hlavně:** 508-610mm

**Počet drážek:** 4

**Stoupání:** 203mm-223Rem/280mm-308Win,300WinMag

**Hmotnost:** 3,6-3,7kg podle použité hlavně

### Denel Group (South Africa)

**Mechem N.T.W. – 20**



**Ráže:** 20 x 83,5mm MG 151/ 14,5 x 114mm Russian/ 20 x 110mm

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 3

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1795mm/ 2015mm

**Délka hlavně:** 1000mm/ 1220mm

**Hmotnost:** 26kg/ 29kg

**Účinný dostřel:** 1500m/ 2300m

## **Desert Tactical Arms**

### **Stealth Recon Scout (SRS)**



**Ráže:** 243Win/ 308Win/ 300WinMag/ 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5-7 podle použité ráže

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 851mm/ 800mm/ 902mm/ 953mm

**Délka hlavně:** 610mm/ 559mm/ 660mm/ 660m

**Hmotnost:** 5,2kg/ 5kg/ 5,4kg/ 5,6kg

## **Zastava Arms**

### **M-93 Crna Strela Black Arrow**



**Ráže:** 50BMG/ 12,7x108mm

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1670mm

**Délka hlavně:** 1000mm

**Hmotnost:** 16kg

**Mířidla:** Standard scope is 8X32

**Keppeler**

**KS V**



**Ráže:** 308Win/ 300WinMag/ 338Lapua Magnum

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník (šachta umístěná na levé straně)

**Kapacita:** 5

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem (bull-pup)

**Délka:** 1080mm

**Délka hlavně:** 650mm

**Hmotnost:** 5,5kg

**Česká Zbrojovka a.s.**

**CZ 700**



**Ráže:** 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1215mm

**Délka hlavně:** 600mm

**Stoupání:** 305mm

**Počet drážek:** 4

**Hmotnost s příslušenstvím:** 6,2kg

**CZ 750**

**S1M1**



**Ráže:** 243Win/ 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 1220mm

**Délka hlavně:** 660mm

**Stoupání:** 305mm

**Počet drážek:** 4

**Hmotnost s příslušenstvím:** 5,4kg



## **S1M2**



**Ráže:** 243Win/ 308Win

**Zásobovací ústrojí:** odnímatelný zásobník

**Kapacita:** 10

**Typ zbraně:** opakovací s otočným odsuvným závěrem

**Délka:** 12017mm

**Délka hlavně:** 457mm

**Počet drážek:** 4

**Hmotnost s příslušenstvím:** 5,1kg

## 2.2 Přehled použitého střeliva

Výběr vhodné ráže

Níže uvedené náboje jsou laborovány standardními střelami a prachovou náplní. K plnění delikátních úkolů odstřelovačů jsou nečastěji používány náboje označené jako MATCH. Ještě nikdy nebyla přesně dána specifikace, která tento typ náboje charakterizuje, co se týče kvality. Výrobci za tímto typem střeliva připravují celky, kompletované z komponent, které prochází kusově hned několika kontrolami: kontrola hmotnosti střely, symetrie otáčení okolo podélné osy střely, stejnoměrná síla pláště, kterým je střela pokryta, dále jestli je jádro střely homogenní atd.

### **223 Remington** (5,56x45NATO; 5,56x45; 5,6mm NATO)

Celková délka: 57,3mm

Délka nábojnice: 44,45mm

Průměr dna: 9,50mm

Hmotnost střely: 4,0g (62 gr.)

Ústňová rychlost: 930 m/s

Ústňová energie: 1708 J

Rychlost v 300 m: 650m/s

Energie v 300 m: 834 J

Účinný dostřel:



### **243 Winchester** (6mm Winchester; 6x52; 6,2x52)

Celková délka: 68,8 mm

Délka nábojnice: 51,9 mm

Průměr dna: 12,0 mm

Hmotnost střely: 6,48g (95gr.)

Ústňová rychlost: 836 m/s

Ústňová energie: 2257 J

Rychlost v 300 m: 631 m/s

Energie v 300 m: 1285 J



### 6mm BR Norma

Celková délka: 62 mm  
Délka nábojnice: 39,62 mm  
Průměr dna: 12,01 mm  
Hmotnost střely: 5,8 g  
Ústňová rychlost: 906 m/s  
Ústňová energie: 2380 J  
Rychlost v 300 m:  
Energie v 300 m:



### 6,5 x 55 (6,5x55 Švédský; 6,5x Mauser; 256 Krag-Jorgensen)

Celková délka: 80 mm  
Délka nábojnice: 55 mm  
Průměr dna: 12,2 mm  
Hmotnost střely: 7,8 g  
Ústňová rychlost: 852 m/s  
Ústňová energie: 2830J  
Rychlost v 300 m:  
Energie v 300 m:



### 300 Winchester Magnum

Celková délka: 83,82 mm  
Délka nábojnice: 66,55 mm  
Průměr dna: 13,51 mm  
Hmotnost střely: 9,72 g (150 gr.)  
Ústňová rychlost: 987 m/s  
Ústňová energie: 4725 J  
Rychlost v 300 m: 693 m/s  
Energie v 300 m: 2329 J



### 308 Winchester (7,62 NATO; 7,62x51NATO, T-65; 7,62 M.59)

Celková délka: 69,85 mm  
Délka nábojnice: 51,05 mm  
Průměr dna: 11,94 mm  
Hmotnost střely: 9,65 g (149 gr.)  
Ústňová rychlost: 854 m/s  
Ústňová energie: 3519 m/s



Rychlost v 300 m: 642 m/s

Energie v 300 m: 1988 J

**7,62 x 54R** (*DWM 378; 7,62x54R Mosin; Mosin M 1908/30; vz.59*)

Celková délka: 76,77 mm

Délka nábojnice: 53,60 mm

Průměr dna: 14,30 mm

Hmotnost střely: 11,98 g (185 gr.)

Ústňová rychlost: 804 m/s

Ústňová energie: 3814 J

Rychlost v 300 m: 606 m/s

Energie v 300 m: 2167



**338 Lapua Magnum** (*8,58x71; 8,6x70; 8,7x69mm*)

Celková délka: 91,50 mm

Délka nábojnice: 69,20 mm

Průměr dna: 14,91 mm

Hmotnost střely: 16,20 g (250 gr)

Ústňová rychlost: 914 m/s

Ústňová energie: 6766 J

Rychlost v 300 m: 763 m/s

Energie v 300 m: 4710 J



**408 Chey Tac**

Celková délka: 109,4 mm

Délka nábojnice: 78,02 mm

Průměr dna: 16,43 mm

Hmotnost střely: 27,15 g

Ústňová rychlost: 883 m/s

Ústňová energie: 9830 J

Rychlost v 300 m:

Energie v 300 m:



#### 416 Barret

Celková délka: 116,3 mm  
Délka nábojnice: 83 mm  
Průměr dna:  
Hmotnost střely: 25,6  
Ústňová rychlost: 990 m/s  
Ústňová energie: 9517 J  
Rychlost v 300 m: 888,5 m/s  
Energie v 300 m: 7469 J



#### 460 Steyr

Celková délka: 140 mm  
Délka nábojnice: 90 mm  
Průměr dna: 20,42 mm  
Hmotnost střely: 23g  
Ústňová rychlost:  
Ústňová energie:  
Rychlost v 300 m:  
Energie v 300 m:



#### 50 Browning (12,7x99; 12,7mm modele 1947)

Celková délka: 137,80 mm  
Délka nábojnice: 99,10 mm  
Průměr dna: 20,30 mm  
Hmotnost střely: 42,90 g (662 gr.)  
Ústňová rychlost: 887 m/s  
Ústňová energie: 16876 J  
Rychlost v 300 m: 665 m/s  
Energie v 300 m: 9476 J



**12,7 x 108** (12,7mmDShK; 12,7mm Type 54; 50Russisch)

Celková délka: 146,8 mm

Délka nábojnice: 106,9 mm

Průměr dna: 21,6 mm

Hmotnost střely: 48,28 g (745 gr)

Ústňová rychlost: 840 m/s

Ústňová energie: 15 570 J

Rychlost v 300 m: 630 m/s

Energie v 300 m: 9572 J



**14,5 x 114**

Celková délka: 156 mm

Délka nábojnice: 114,6 mm

Průměr dna: 26,9 mm

Hmotnost střely: 63,44 g (980 gr.)

Ústňová rychlost: 976 m/s

Ústňová energie: 30 215 J

Rychlost v 300 m: 732 m/s

Energie v 300 m: 16 979 J



**20 x 83,5**

Celková délka: 146 mm

Délka nábojnice: 81,8 mm

Průměr dna: 25,2 mm

Hmotnost střely:

Ústňová rychlost:

Ústňová energie:

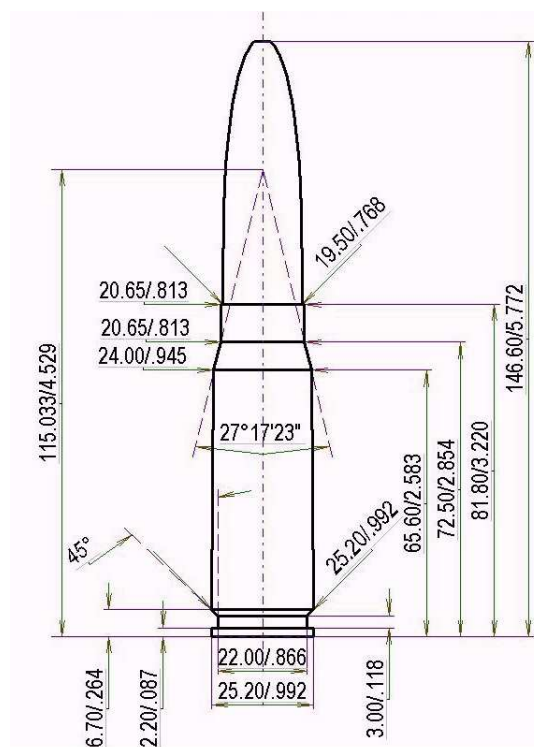
Rychlost v 300 m :

Energie v 300 m:

Účinný dostřel: 1300-1500m

Ústňová rychlost: 720m/s

Ústňová energie: 28 500J



## **20 x110**

Celková délka:

Délka nábojnice:

Průměr dna:

Hmotnost střely:

Ústřevá rychlost:

Ústřevá energie:

Rychlost v 300 m:

Energie v 300 m:

Ústřevá rychlost: 850 m/s



### **3 Analýza používaných konstrukčních prvků opakovacích OPu**

V rešeršní zprávě viz výše, jsou uvedeny všechny, dnes používané konstrukční principy opakovacích OPu. V následujících bodech objasníme jejich základní rysy, výhody popřípadě nevýhody.

#### **3.1 Hlaveň**

Jedná se o nejvíce namáhanou součást zbraně. Kvalitní provedení a zpracování hlavně značnou měrou ovlivňuje přesnost střelby, pro kterou je tento typ zbraně určen. Pro všechny výše uvedené zbraně jsou použité hlavně s drážkovaným vývrtem pro stabilizaci střely rotací.

Provedení vnějšího tvaru (válec „těžká hlavěň“, mírný kužel) je při současně použitých hlavňových materiálech volen pro zajištění dostatečné tuhosti pro použití výkonné munice. Při velkých zatíženích může docházet k nežádoucímu kmitání, což má za následek destabilizaci střely a tím významný vliv na přesnost střelby. Za určitých podmínek a předpokladů se pro zvýšení tuhosti provádí tzv. kanelace (rovnoběžné drážky s hlavní osou hlavně, vytvořené na vnějším povrchu). Nevýhodou této úpravy může být rozdílný prostup (odvod) tepla, který může mít také negativní dopad na požadovaný rozptyl. Další úpravou, která se na hlavních provádí, je vytvoření přípojného rozhraní pro připojení ústových doplňků (kompenzátory zdvihu, ústové brzdy, tlumiče hluku, optimalizátory kmitání).

#### **3.2 Pouzdro závěru (lůžko)**

Pouzdro závěru, díl zbraně, který spojuje všechna ústrojí a mechanismy v jeden celek. V dnešní době se pro jeho výrobu začíná používat stále více nových materiálů (ocel, slitiny hliníku, plast, různé kombinace atd.), vzhledem k použité konstrukci a uložení hlavně, spoušťového mechanismu, zásobovacího ústrojí, příslušenství, ap.



### 3.3 Závěr

Třetí a poslední hlavní díl zbraně, který uzavírá a uzamyká náboj v nábojové komoře. Dnes používané závěry u opakovacích pušek se dělí na dva základní typy:

**Závěr otočný odsuvný:** jeho funkce spočívá v zasunutí do pouzdra závěru s následným pootočením o 90° nebo 60°, záleží na počtu uzamykaných zubů vytvořených na průměru závěru. Pro splnění zadání, kterým je vytvořit, co nejkratší zbraň při zachování délky hlavně, se někteří výrobci zaměřili na výrobu závěru systému bull-pup. U tohoto provedení závěru je spoušťový mechanismus upevněn před zásobovací ústrojí v oblasti nábojové komory, což nám umožní požadované zkrácení. Otočné odsuvné závěry mohou náboj v nábojové komoře uzavírat a uzamykat pomocí závěru Mauserova typu. Zde je závěr tvořen tělem (válcem) na jehož vnějším konci jsou vytvořeny dva uzamykací ozuby, které se opírají o vnitřní vybrání v pouzdru. Dále máme závěr, jehož zuby jsou vytvořeny pod rozměr největšího průměru, tzv. uzamykání do hlavně, kde nám tento způsob uzamčení umožní použití materiálu s nižší pevností.

**Závěr přímotažný:** tento závěr vznikl pro zvýšení rychlosti přebíjení a komfortu obsluhy. Tyto systém jsou ale značně složité a při výrobě musí být dbáno na dodržení výrobních tolerancí. Použité vnitřní mechanismy jsou značně náchylné na znečištění, proto nejsou masově zaváděny do armádních, policejních OPu, kde se uživatelé mohou dostat do ztížených podmínek.

### 3.4 Zásobovací ústrojí

Jako zásobovací ústrojí je u dnešních odstřelovačských pušek preferovanější zásobníkové provedení pro možnost rychlejšího přebíjení v krizové situaci, kdy střelec potřebuje vyslat v omezeném čase, co možno nejvíce střel směrem k cíli. Odnímatelné zásobníky se dnes dělají v jednořadém i dvouřadém provedení (s jednořadým i dvouřadým vyústěním).

U zbraní, které vychází svojí konstrukcí původně z loveckého provedení, je často využívána pevná nábojová schránka.

Sportovní a mnohdy i velkorážové zbraně mohou být konstruovány s ohledem na relativně dostatečně dlouhý přípravný čas ke střelbě, jako jednoranové- náboj je vkládán přímo do nábojové komory, aby se zabránilo nežádoucímu poškození střely před výstřelem, které má negativní vliv na přesnost střelby.

### 3.5 Spoušťové mechanismy

Spoušťové mechanismy jsou opět ovlivněny historií konstrukce zbraně. Pokud je jako výchozí model použita lovecká zbraň, často bývá osazena napínáčkem francouzského typu. Dnes je toto provedení spouště nahrazováno bodovými spouštěmi (spuštění bicího mechanismu nastává po velice krátké dráze spouště, téměř okamžitě „nulová dráha“) a spouštěmi s volným chodem. U zbraní, které vznikly primárně jako odstřelovačské, jsou spouště propracované s možností nastavení polohy (vzdálenosti) od pistolové rukojeti, natočení kolem svislé osy spouště atd.

### 3.6 Bicí (iniciační) ústrojí

Jedná se o mechanické bicí ústrojí úderníkového provedení. Je tvořeno pružinou úderníku, úderníkem. Předepnutí BM se děje při otevírání, uzavírání či odjišťování pojistného mechanismu.

### 3.7 Pojistná ústrojí

Ovladače jsou řešeny opět s ohledem na pohodlnou manipulaci, což znamená, že ovladače jsou umístěny tak, aby je bylo možno ovládat palcem nebo ukazovákem střílejší ruky. Bližší informace o vnitřních mechanismech nejsou známy, proto je tu již dále nebudeme rozebírat, aby zde nedošlo k mylným informacím.

### 3.8 Pažba

Pažby odstřelovačských pušek jsou vyráběny ve dvou základních provedeních:

**Jednodílná**, pevná, nestavitelná, univerzální pažba, mnohdy v provedení pravolevém, ergonomicky ne příliš propracovaná, která je převážně určena pro vyzbrojení početnější skupiny policejních jednotek nebo jako záložní zbraň, kdy ji může bez větších problémů použít každý člen speciální jednotky, je-li nucen okamžitě řešit vzniklou situaci. Pažba pro svoji jednoduchost a nízké výrobní náklady snižuje konečnou cenu zbraně, na kterou se při přezbrojování většího počtu uživatelů v ozbrojených složkách také přihlíží velkou měrou.

**Stavitelná**, ergonomicky propracovaná do každého detailu, pro nastavení všech tělesných proporcí střelce (délka, lomení, vyhnutí, úchop pistolové rukojeti, vzdálenost úchopové části od jazýčku spouště, vyvážení-přesun těžiště, náklon botky ve všech směrech, uchycení záložního zásobníku + přípojně rozhraní pro připojení příslušenství atd.).

**Materiály** a technologie použité k jejich výrobě jsou dnes různorodé. Vrstvené dřevo, výlisky z PVC, kevlarová a karbonová vlákna, skelety z lehkých slitin zalitých v plastu, celoduralové pažby vyrobené třískovým obráběním.

### 3.9 Úst'ová zařízení

**Úst'ové brzdy a kompenzátory zdvihu** bývají mnohdy integrovány přímo do hlavně v oblasti ústí jako její nedílné součásti. Pro připojení samostatných dílů je využíváno přesných závitů, přelisování s dodatečným dotažením (šrouby, excentry) či pojištění kolíkem.

**Tlumiče hluku** zde neplní zcela svoji funkci (odstranění třesku při přechodu střely z hlavně do volného prostoru) vzhledem k vysoké úst'ové rychlosti, ale mají za účel znesnadnit přímou lokalizaci střelecké pozice odstřelovače.

### 3.10 Systém holý a úplný

V dřívější zbrojní výrobě bylo považováno za **systém holý** pevné spojení pouzdra závěru s hlavní (šroubovým spojením, nalisováním s pojistným kolíkem apod.), na který následně přišlo namontovat všechny ostatní mechanismy zbraně= **systém úplný**. Dnes, s nástupem nových modulárních systémů, kdy je do plně osazeného pouzdra spoušťovým mechanismem, zásobovacím, pojistným ústrojím, mnohdy i pažbou a závěrem úplným (více 3.11) možno připojit hlaveň určité ráže dle aktuální potřeby. Modulární systémy se stávají oblíbenými nejen z pohledu koncového uživatele, ale i z pohledu výrobce, kdy může snížit náklady na výrobu, zvýšit produkci ve stejném časovém úseku, zkvalitnit výrobu apod.

### 3.11 Závěr úplný

Skládá se ze závěru, BM (úderníku úplného), vytahovače popřípadě vyhazovače pokud není montován do pouzdra. Některé typy zbraní nemají pojistné mechanismy připevněny k pouzdru, ale jsou přímo zakomponovány do závěru úplného.

### 3.12 Příslušenství

Do příslušenství můžeme zahrnout v podstatě vše, co přímo neovlivňuje průběh výstřelu. Mohou to být různé doplňky, které usnadňují ovládání zbraně, zlepšují konečný pocit účinku zbraně na střelce, a v neposlední řadě zlepšují výsledek střelby.

Za příslušenství tedy můžeme považovat: dvojnožku + třetí opěrnou nohu pažby, mířidla pevná, optická, optoelektronická, držáky optiky, taktické svítilny, laserové značkovače, noční vidění, poutka řemene, taktické řemeny, balistické počítače, zařízení pro měření rychlosti větru, vlhkosti vzduchu, nadmořské výšky, dálkoměry atd.

### **3.13 Finální sestava**

Finální sestavu zbraně tvoří všechny výše uvedené díly, mechanismy a příslušenství.

## 4 Vnitřní balistika



Obr. 4.1 Náboj 338 Lapua Magnum

Náboj **338 Lapua Magnum**, jak již z názvu vyplývá, od Finského výrobce střeliva **Lapua**, byl zkonstruován v roce 1984. Původní náboj 416 Rigby pro lov těžké africké zvěře, byl na krčku nábojnic stažen na hodnotu 8,61mm (vnitřní Ø nábojnice). Použití střely o hmotnosti  $m_q \approx 13\text{--}17\text{g}$  s balistickým koeficientem  $c=0.768$  a  $v_i \approx (700\text{--}950)\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  předurčoval tento celek pro střelbu na velké vzdálenosti. Účinný dostřel uváděný výrobcem dosahuje hodnot okolo 1500m.

Pro výpočet vnitrobalistických veličin byl na základě doporučení a ověření použit výpočtový program QuickLOAD. Do programu byly zadávány hodnoty nabíjecích a konstrukčních charakteristik spotřebního náboje, pro dosažení maximálního tlaku  $P_{\max}=470\text{MPa}$ , který udávají mezinárodní normy CIP. Jednotlivé komponenty náboje byly voleny podle přebíjecího manuálu oficiálně doporučeného výrobcem na webových stránkách [www.lapua.com](http://www.lapua.com). Přebíjecí manuál vytvořila firma VihtaVuori. Příručka pro přebíjení se dá nalézt na <http://www.lapua.com/index.php?id=833>). Jednotlivé laborační parametry pro výpočet jsou uvedeny v bodě 4.1.

## 4.1 Konstrukční charakteristiky a nabíjecí podmínky

QuickLOAD© V.3.1 Cartridge Dimensions

Selected Bullet:

.338, 300, Sierra HPBT MKLR 9300

File: \qloadfw

☒ Load Base Chased
 ☐ Friction-proofed

Seating Depth

0.762

mm

Shank Seat Depth

0.498

mm

Bullet Length

1.719

mm

Bullet Diameter

0.338

mm

Cartridge Length

3.681

mm

Case Length

2.724

mm

Groove Caliber

0.338

mm

Barrel Length

27.559

mm

Bullet Travel

25.597

mm

Selected Cartridge:

.338 Lapua Mag.

File: \qloadfw

Pmax (MAP)

68168

psi

Meas. Method

Piezo CIP

Bullet Weight

300.0

Grains

Cross-sectional Bore Area

0.88133

Sq. inches

Maximum Case Capacity, overflow

108.00

Grains H2O

Volume Occupied by Seated Bullet

16.203

cm³

Useable Case Capacity

91.793

cm³

Weighting Factor

0.55

Apply&Calc

File: \qloadfw

QuickLOAD© V.3.1 Charge

Selected Propellant:

Vihtavuori 24N41

File: \qloadfw

Heat of Explosion / Potential

3785

kJ/kg

Ratio of Specific Heats

1.2390

Burning Rate Factor Ba

0.2990

1/s

Pro- or Degressive Factor a0

1.2145

Progressive Burning Limit z1

0.480

x 100%

Factor b

1.7448

Propellant Solid Density

1.580

g/cm³

Shot Start (Initiation) Pressure

25.0

MPa

Filling/L.R.

109.2

%

Charge Weight

98.4

Grains

Apply&Calc

File: \qloadfw

QuickLOAD© V.3.1 Results

Maximum Chamber Pressure (Pmax)

470 MPa

68118 psi

Load Density

1.070 g/cm³

Bullet Travel at Pmax

49.9 mm

1.96 in.

Energy Density

4049 J/cm³

Muzzle Pressure

79 MPa

Muzzle Velocity

847 m/s

2778 fps

Barrel Time, 10% Pmax to Muzzle

1.373 ms

Projectile Energy

6972 Joule

5142 ft.-lbs.

Amount of Propellant Burnt

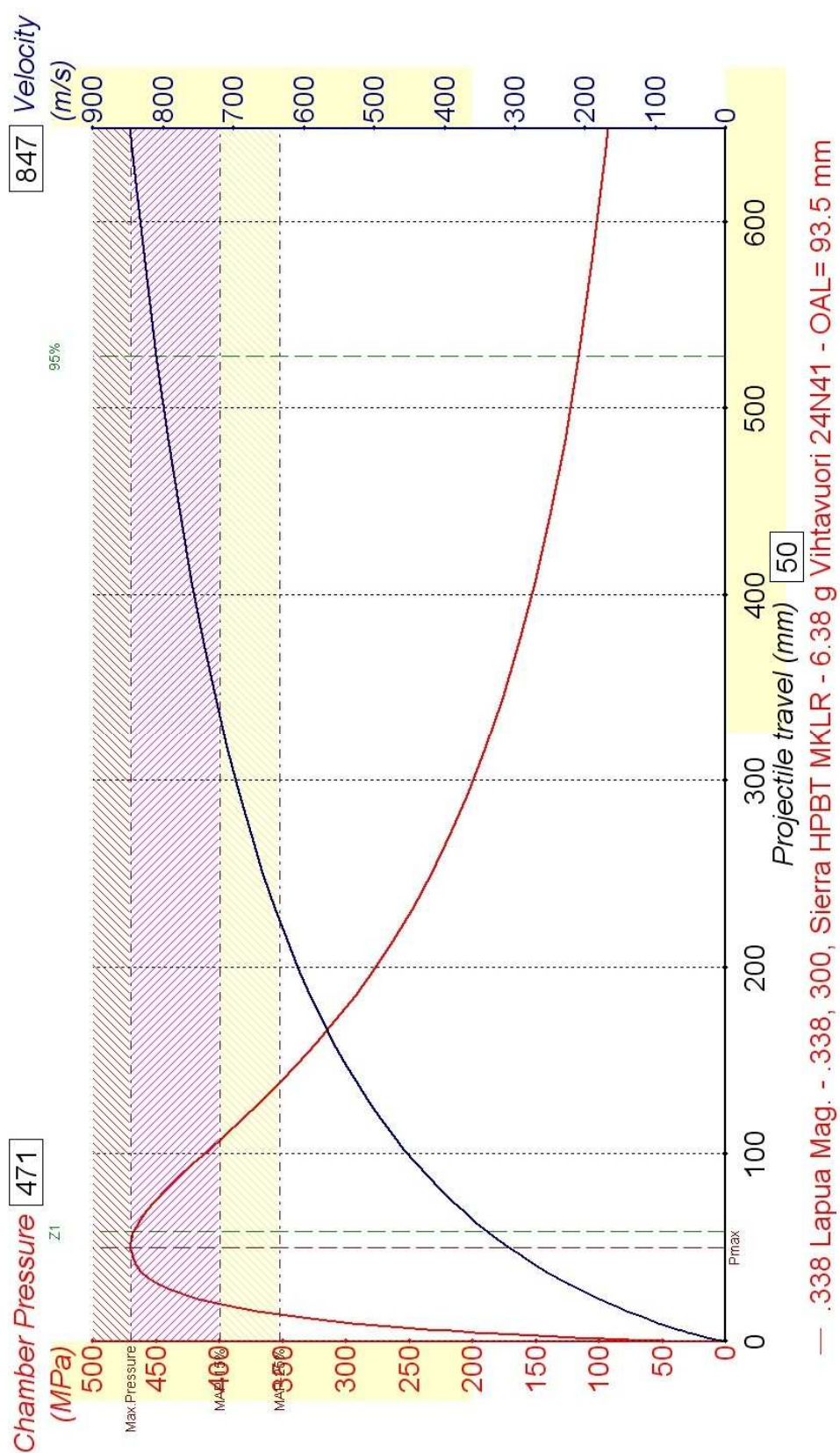
96.91 %

Ballistic Efficiency

28.9 %

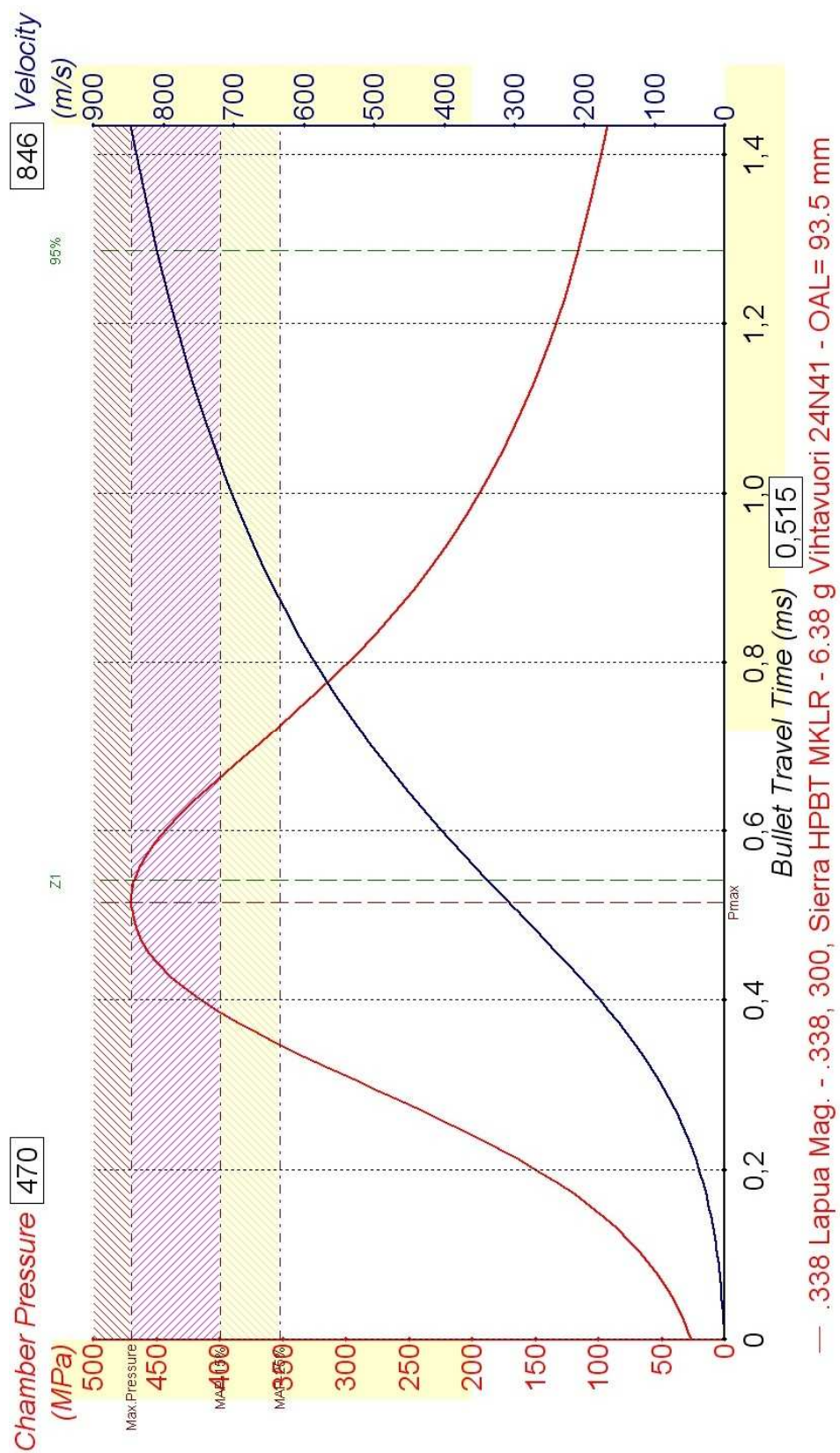
Obr. 4.2 Charakteristiky použitého náboje

## 4.2 Průběh vnitrobalistických veličin



Obr. 4.3 Průběh tlaku a rychlosti v závislosti na dráze- l(m)





Obr. 4.4 Průběh tlaku a rychlosti v závislosti na čase- t(ms)



## 5 Návrh hlavně pro náboj 338 Lapua Magnum

Vzhledem k použití výkonného náboje, kde maximální tlaky  $P_{\max}$  přesahují běžně používané náboje o několik desítek, někdy i stovek MPa, provedeme výpočet v oblasti pružně plastické, kde za využití provozní autofretáže můžeme připustit trvalé deformace na vnitřním povrchu hlavně.

Pro návrh hlavně bude použita hlavňová ocel dle ČSN 41 5230, která je dnes běžně používána nejen českými výrobci zbraní. Hlaveň kovaná za studena, kde jsme schopni zušlechtěním na střední obvyklou pevnost dosáhnout na mez kluzu  $R_E=950\text{MPa}$ .

Při výpočtu počítáme z proplastizováním do 1/3 vnitřního povrchu hlavně. Celý výpočet bude proveden dle metodiky uvedené v [2].

Z hodnot průběhu tlaku spotřebního náboje znázorněných v grafech v bodě 4.2 a v Příloha B až Příloha E, vypočteme jednotlivé průby tlaků a vytvoříme graf Obr. 5.1 [2].

### Postup:

Z průběhu tlaků spotřebního náboje vytvoříme balistický tlak a ten přepočteme na tlak tormentační  $P_T$ .

$$p_T = k_T \cdot p_{SN}$$

Tlak konstrukční, který potřebujeme pro návrh minimálního průměru (duši) hlavně získáme z  $P_T$ , dosazením koeficientu bezpečnosti do vzorce.

$$p_k = k_B \cdot p_T$$

Pro výpočet skutečné, minimální tloušťky hlavně použijeme:

$$a = \frac{r_2}{r_1}$$

$$K_p = 1,5 - \frac{0,2}{350}(\sigma_K - 650)$$

$$\sigma_{DA} = K_p \sigma_K$$

$$\alpha_A = \frac{\sigma_{DA}^2}{p_T^2}$$

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{\alpha_A + \sqrt{4\alpha_A - 3}}{\alpha_A - 3}}$$

Podmínkou pro výše uvedený výpočet je využití provozní autofretáže do jedné třetiny vnitřního průměru hlavně.

$$p_{A0,33} \geq p_k$$

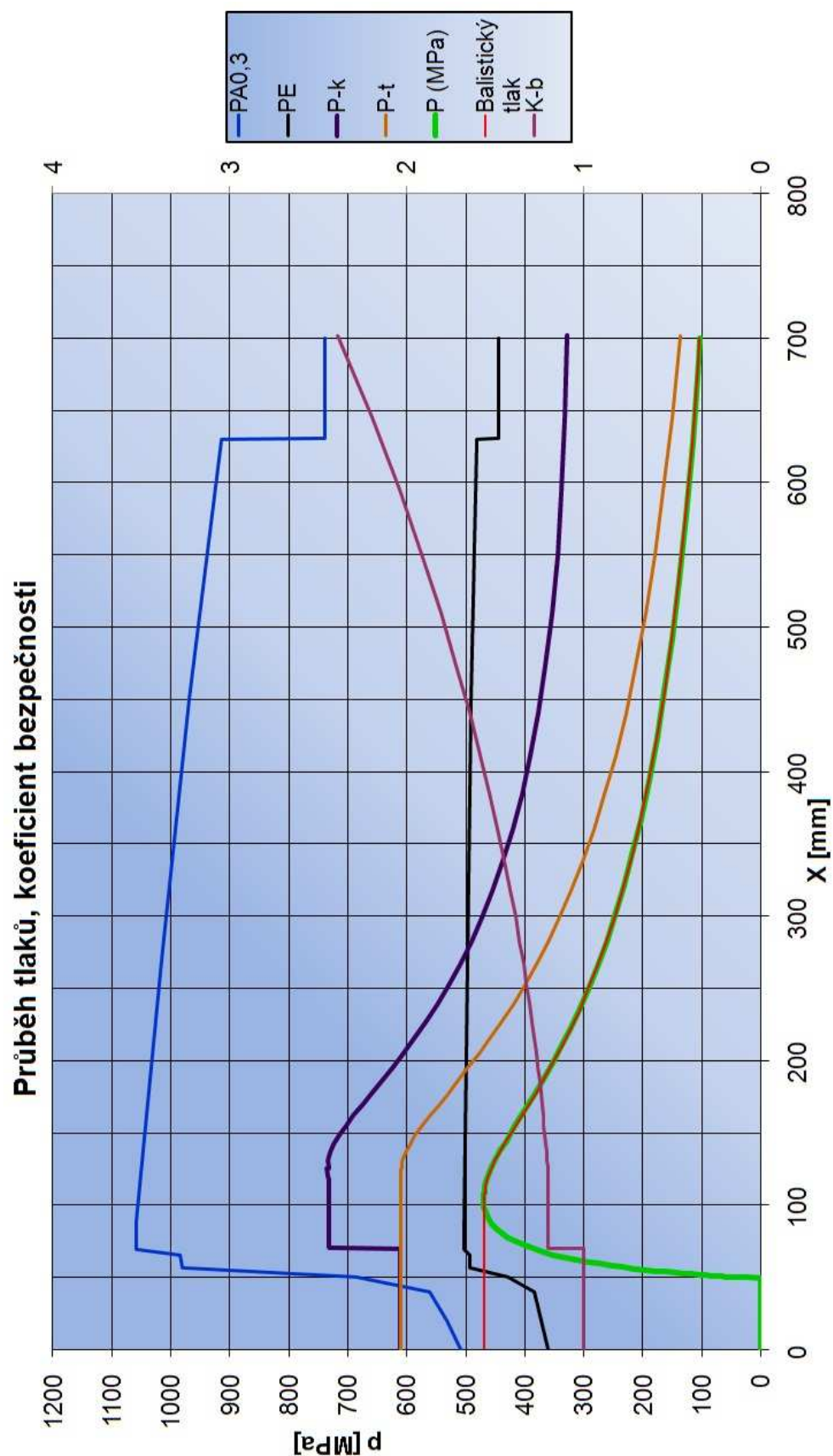
Vzorce pro výpočet  $p_E$  a  $p_{A0,33}$  jsou použity pro kontrolu již navržené hlavně, viz příložený výkres hlavně viz. Příloha G.

$$p_E = \sigma_K \cdot \frac{a^2 - 1}{\sqrt{3a^2 + 1}}$$

$$p_{A0,3} = \frac{\sigma_K}{\sqrt{3}} \cdot \left( \frac{8a^2 - 4a - 4}{9a^2} + 2 \ln \frac{2+a}{3} \right)$$

Všechny vypočtené tlaky potřebné pro správný návrh hlavně jsou znázorněny v grafu pevnostního výpočtu Obr. 5.1. [2]

## 5.1 Výpočet v pružně plastické oblasti



Obr. 5.1 Graf pevnostního výpočtu

Navržený vnější průměr hlavně	Vnitřní průměr dle C.I.P.	a	Vzdálenost dna hlavně	PE	PA0,3	vzdál. dna stř.	49,84
26	14,95	1,73913	0	360,6292	508,3725	ráže	8,61
26	14,52	1,790634	20	371,4487	531,9803		
26	14	1,857143	40	384,1106	561,2837		
30	13,8	2,173913	50	429,2326	686,088	délka komory	69,45
30	9,5	3,157895	56,6	492,6572	980,365	mez kluzu	950
30	9,45	3,174603	65,25	493,2508	984,5757		
30	8,61	3,484321	69	502,7366	1059,277		
30	8,61	3,484321	75	502,7366	1059,277		
30	8,61	3,484321	89	502,7366	1059,277		
28,415	8,61	3,300232	270	497,4257	1015,619		
26,83	8,61	3,116144	451	491,1311	969,7558		
25	8,61	2,9036	630	482,2969	913,6741		
20	8,61	2,32288	631	444,2962	738,1513		
20	8,61	2,32288	660	444,2962	738,1513		

Tab. 5.1 Průběh PE / PA0,3

## 5.2 Návrh hlavně

Hlaveň pro svoji požadovanou přesnost bude navržena především s ohledem na působení vnějších vlivů. Hlaveň tvořena válcovou částí (Ø 30mm) v místě nábojové komory s navazujícím mírným kuželem ukončeného (30mm) před ústím na hodnotě Ø 25mm, kde skokově přejde v osazení pro uchycení ústového zařízení, viz Tab. 5.1. Přípojný rozměr by měl být pro svoji 100%ní souosost s vývrtem hlavně přebroušen na Ø 20mm.

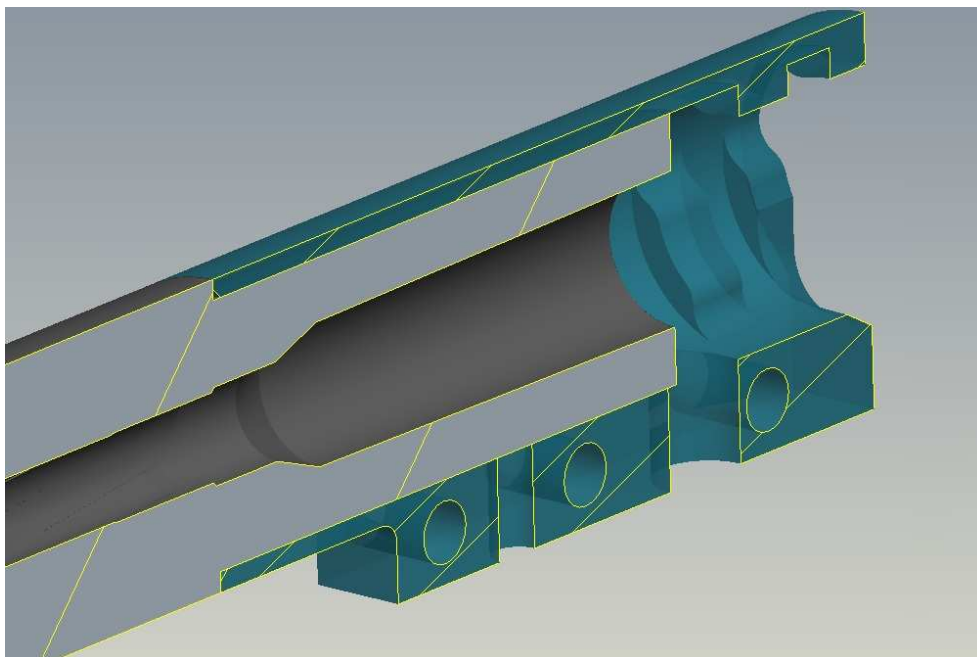
Ukončení ústí- válcové zhloubení o Ø 9,6mm do hloubky 35mm. Tento návrh vychází z poměrového převedení identického (lety prověřeného) ukončení ústí z hlavně ráže 7,62mm, použitého např. u zbraní vz.54 nebo ruské opakovačky Mosin Nagant a mnoho dalších. Ústí je názorně vidět na Obr. 5.2.

Vzhledem k tomu, že návrh nemusí být vždy zcela přesný, je vhodné vyrobit minimálně tři zkušební vzorky a provést praktické zkoušky.

## 5.3 Uložení hlavně

Pro uložení hlavně bude využito nejčastěji používaného způsobu uchycení pro malorážové zbraně- nalisováním objímky s přidáním příčného pojistného kolíku, který při výpočtu uložení není zahrnován do výpočtu. Toto řešení má příznivý vliv na pevnost hlavně v oblasti nábojové komory, kde se jedná o jeden ze způsobu fretáže, čímž zůstaneme na bezpečné straně rovnice. Objímka bude nalisovaná přes celou délku

nábojové komory Obr. 5.2 Uložení hlavně. Vzhledem k uložení si můžeme dovolit snížit bezpečnostní koeficient  $K_b$  pro oblast nábojové komory až na hodnotu 1, viz. Obr. 5.1 Graf pevnostního výpočtu



**Obr. 5.2 Uložení hlavně**

## 5.4 Hlavňová ústrojí

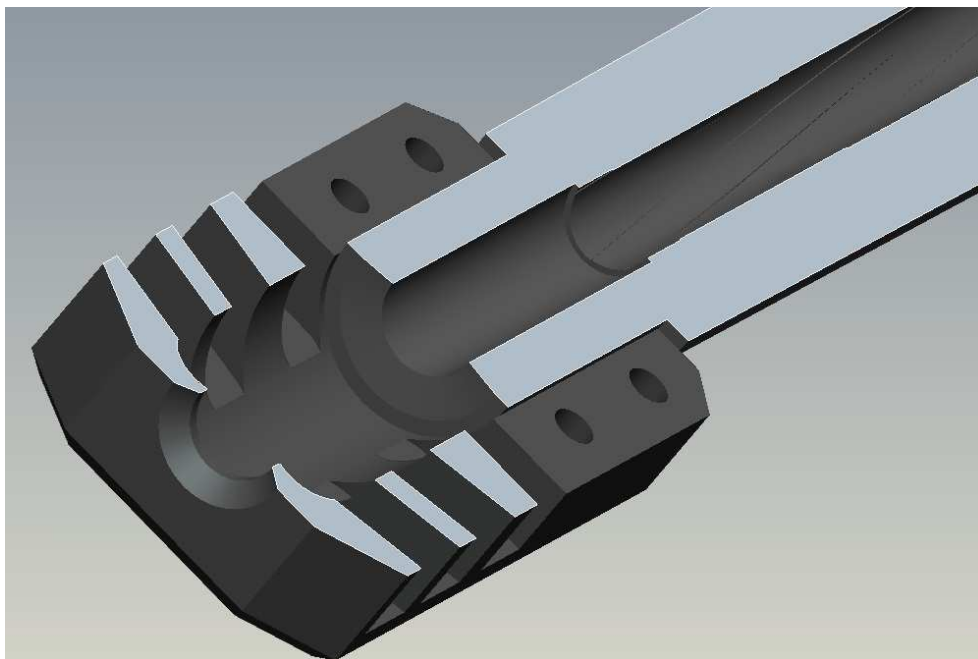
Všechny požadavky kladené na ústňová ústrojí není možné realizovat pouze jedním druhem, proto navrhuji použít spojení třech zařízení nejlépe v jeden celek.

Celek by měl obsahovat:

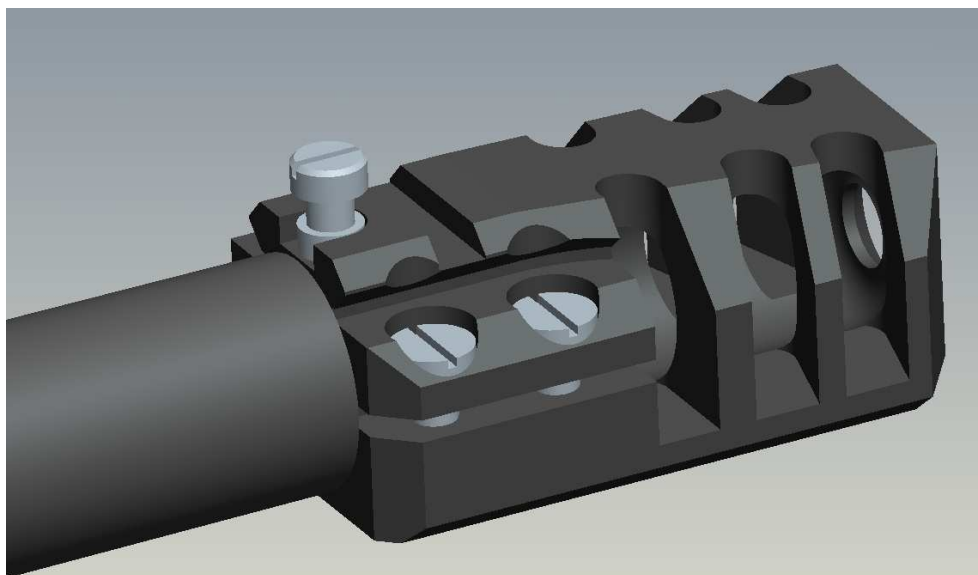
- ústňovou brzdu pro snížení zpětného rázu tvořenou třemi výtokovými kanálky
- deflektor zdvihu pro snížení klopného momentu zbraně
- optimalizátor kmitání- eliminace nepříznivého kmitání hlavně bude řešena přídatným závažím ze spodní strany ústrojí, upevněné šrouby na pružné (tvrdá pryž) podložce pro zamezení povolování šroubů. Optimalizátory kmitání mají u tohoto provedení hlavní největší vliv na výslednou přesnost střelby.

Spojením těchto zařízení vznikne celek uvedený níže na Obr. 5.3. Výpočet tohoto zařízení je značně složitý, proto bych volil výrobu třech kusů k odzkoušení a porovnání s konkurenčními výrobky. Dále je na ústňovém zařízení vytvořené přípojné rozhraní pro uchycení pevných mířidel pro nouzové použití a uchycení tepelné clony.

Upevnění zařízení bude realizováno pomocí kleštinového upnutí s následným dotažením pro zajištění pevného spojení. Polohu v axiálním směru a úhel pootočení bude zajišťován pojistným šroubem, na který bude taktéž v případě nutnosti připojena clona.



**Obr. 5.2 Náhled na uložení a řez úst'ového ústrojí**



**Obr. 5.3 Sestava úst'ového zařízení**

## **6 Ideový návrh**

Celkový návrh zbraně by měl splňovat základní požadavky kladené na tuto specifickou sortu zbraní. Odstřelovačské pušky se mohou v mnoha případech dostat do ztížených podmínek, kde nemají složitější systémy příliš velký předpoklad na bezporuchovou funkci. Tomuto tvrzení nasvědčují i mnohé testy a recenze pocházejících z dostupných zdrojů (převážně jde o postřehy uživatelů).

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem by, dle mého názoru, měla odstřelovačská puška vynikat svojí jednoduchostí, spolehlivostí ve ztížených podmínkách

(pokud se nebude jednat o sportovní provedení) a především přesností, pro kterou jsou tyto komplety vyráběny.

Pokusím se v bodech uvedených v kapitole č. 3 vybrat nejlepší konstrukční řešení, případě navrhnout zlepšení tak, aby zbraň splňovala i ty nejnáročnější požadavky.

## 6.1 Hlaveň

Je podrobně popsána v kapitole č. 5.

## 6.2 Závěr

Přímotažný závěr, který je převážně tvořen převodovým ústrojím, jenž se skládá drobných a značně složitých dílů, náchylných na znečištění a mechanické poškození, nedoporučuji použít do zbraní určených pro speciální jednotky.

Ideálním řešením je použití závěru **otočného odsuvného**. Vzhledem k úvahám o přestavění zbraně na jinou ráži, dle aktuální potřeby (223Rem.; 308Win.; 300Win.Mag.), bude vhodné použít závěr dělený. Tento závěr bude tvořen čtyřmi základními prvky: předním uzamykacím segmentem- závorníkem, vodící válcovou částí, klikou a bicím ústrojím. [7]

### 6.2.1 Závorník

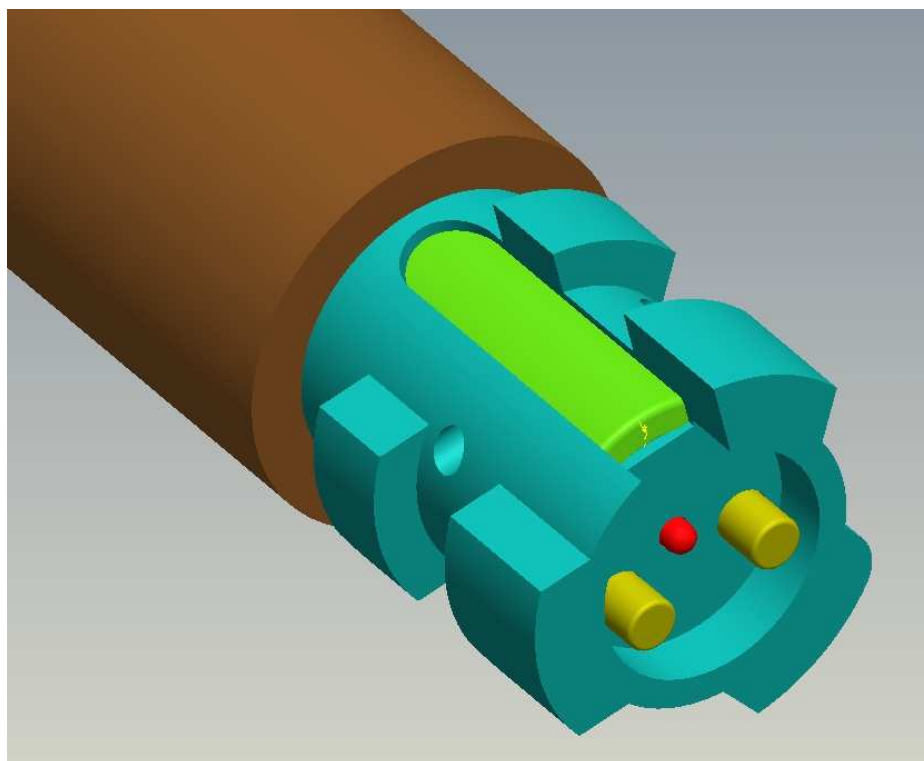
Přední část závěru bude po obvodě tvořena třemi uzamykacími zuby ve dvou řadách. Zuby musí být dimenzovány pro bezpečné použití jedné z nejvýkonnějších ráží, v tomto případě 338 LM. U tohoto typu uzamčení (Obr. 6.1 dochází k namáhání přední řady zubů ve větší míře, a to až 70ti% celkové síly působící na uzamykací plochu. Plochy by mohly být řešeny tzv. progresivním uložením, což znamená, že při stavu, kdy nepůsobí žádné zatížení, je mezi přední řadou a opěrnou plochou v objímce určitá vůle. Ta je přímo úměrná pružné deformaci zadní opěrné plochy, jež vzniká při zatížení silou od výstřelu. Díky této deformaci dojde k rozložení síly 50/50 na každou řadu zubů. Tento způsob řešení má výhodu v tom, že při návrhu můžeme volit nižší bezpečnostní koeficienty. Nevýhodou je však vysoká náročnost na přesnost při výrobě a vzhledem k této skutečnosti budeme volit standardní uložení 70% vs. 30%. [1]

Odpružený vytahovač a dva kolíkové odpružené vyhazovače budou nesený taktéž ve vloženém závorníku.

Krátký vytahovač je volen s ohledem na hospodárnost konstrukce, a také na složitou výrobu dlouhých vytahovačů Mauserova typu.

Dva vyhazovače umístěné v řadě nad sebou blízko osy úderníku, budou zajišťovat přesné nasměrování vyhazované nábojnice s dlouhou dobou působení na její dno.

U použití dvou vyhazovačů si také můžeme dovolit dimenzovat pružiny s menší silou vzhledem k tomu, že síla obou pružin se bude v konečném působení na nábojnici sčítat [4].



Obr. 6.1 Sestava závorníku

### 6.2.2 Tělo závěru

Jedná se o nosnou část závěru. Spojuje závorník, kliku a bicí mechanismus v jeden kompaktní celek.

Tělo závěru bude pro snížení celkové hmotnosti vyrobeno ze slitiny hliníku, případně pro jeho výrobu mohou být použity i vysoce pevné kompozity. Hlavní válcová část opatřena otěruvzdornou povrchovou úpravou bude zaručovat dobré kluzné vlastnosti.

### 6.2.3 Kliku závěru

Tato součást zajistí předepnutí bicího mechanismu. Pro tuto funkci bude na její čelní části vytvořena šroubovice, přes kterou bude probíhat již zmíněné předepnutí. Vzhledem k překonávání odporu bicí pružiny musí být kliku vyrobena z oceli určené k cementaci. Pro zvýšení životnosti šroubovice by bylo vhodné kliku cementovat do minimální hloubky třech desetin milimetru. Pokud tento druh tepelného zpracování stále nebude splňovat požadavek plynulého předepnutí, mohlo by dojít k nanesení vrstvy tvrdého chromu, jehož kluzné vlastnosti a odolnost proti opotřebení jsou několikrát vyšší, než u ostatních druhů povrchových uprav.



## 6.2.4 Úderník úplný

Bude tvořen úderníkem s maticí úderníku, bicí zpruhou, uzávěrkou (krytka, která v zadní části závěru kryje BM), více v 6.3. Pro návrh úderníku úplného bude využito výrobku CZ 550 z České Zbrojovky Uherský Brod. Systém úderníku je prověřen léty používání, nejen u tuzemského výrobku, ale v podstatě i u všech opakovacích kulovnic na současném trhu.

## 6.2.5 Pevnostní výpočet návrhu závěru

Pro úplnost provedeme kontrolní výpočet uzamykacího uzlu. Kontrola uzamykací plochy na otláčení, zubů na stříh a ohyb, bude vedena podle metodiky uvedené v [3]. Kontaktní uzamykací plocha (plocha na otláčení) jedné řady zubů má  $53,35\text{mm}^2$  viz Obr. 6.2.

### 6.2.5.1 Otláčení

$$F_{\max} = p_{\max} \cdot S_D$$

$$\sigma_{otl} = \frac{F_{\max}}{S_{otl}} \leq \sigma_{DOV}$$

$$\text{Přední řada zubů} \quad \sigma_{otl} = 0,7 \frac{F_{\max}}{S_{otl}} = 0,7 \frac{82569,6}{53,35} = 1083,4 \leq \sigma_{DOV}$$

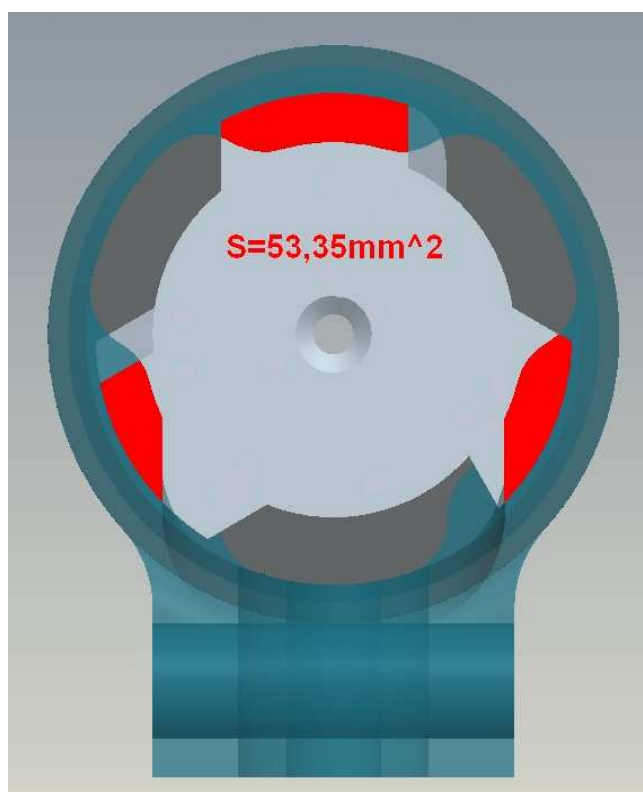
$$\text{Druhá řada zubů} \quad \sigma_{otl} = 0,5 \frac{F_{\max}}{S_{otl}} = 0,5 \frac{82569,6}{53,35} = 773,8 \leq \sigma_{DOV}$$

### 6.2.5.2 Stříh

$$\text{První řada zubů} \quad \tau_{stř} = 0,7 \frac{F_{\max}}{S_{st}} = 0,7 \frac{82569,6}{296,2} = 195,13 \leq \tau_{DOV}$$

$$\text{Druhá řada zubů} \quad \tau_{stř} = 0,5 \frac{F_{\max}}{S_{st}} = 0,5 \frac{82569,6}{195,63} = 211 \leq \tau_{DOV}$$

$$\tau_{DOV} = \frac{R_e}{\sqrt{3}} = \frac{800}{\sqrt{3}} = 461\text{MPa}$$



Obr. 6.2 Plocha jedné řady zubů

### 6.2.5.3 Kontrola na ohyb

Kontrola uzamykacího zubu je podmíněna především vztahem  $l \geq 2 \cdot h$ , kde  $l$  je délka a  $h$  výška zubu. Pokud bude splněna výše vedená podmínka, není třeba provádět kontrolu na ohyb. Pokud by podmínka splněna nebyla, bylo by nutné kontrolu provést. Při dnešní dostupnosti výpočetní techniky by pro snadnější kontrolu bylo vhodné použít metodu konečných prvků (MKP).

Závorník navržený v kapitole 6.2.1 má rozměry první řady zubů  $b = 11,8\text{mm}$ ;  $l = 9\text{mm}$ ;  $h = 3\text{mm}$ , druhá řada  $b = 11,8\text{mm}$ ;  $l = 6\text{mm}$ ;  $h = 3\text{mm}$ . Při dosazení do podmínky je zjištěno, že návrh obou řad je správný, a proto není nutné zuby závorníku kontrolovat na ohyb tak, jak nám určuje metodika uvedena [3].

## 6.3 Bicí ústrojí

Pro zajištění bezporuchového odpálení doporučuji použití bicího mechanismu (BM) úderníkového provedení (úderník se zápalníkem tvořící jeden celek) s vlastní bicí pružinou. Střední síla bicí pružiny bude volena  $F_{BP} = 100\text{N}$ , hmotnost úderníku  $m = 0,055\text{kg}$  a dráha  $s = 0,008\text{m}$ . Předběžný výpočet iniciační energie bicího mechanismu bude proveden níže a musí splnit předepsanou podmínku  $E_{zdp} = 1,5 \cdot E_{ini}$ . [

Pro náboj je použita standardní zápalka s iniciační energií  $E_{ini} = 0,5\text{J}$ .

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m_{záp} \cdot v_{záp}^2$$

$$1. \quad F_{BP} = m \cdot a \Rightarrow a_{\Delta} = \frac{F_{BP}^{\Delta}}{m}$$

$$2. \quad s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow t_{\Delta} = \sqrt{\frac{2s}{a_{\Delta}}}$$

$$3. \quad v_{\Delta} = a_{\Delta} \cdot t_{\Delta}$$

$$a = \frac{100}{0,055} \approx 1820 m \cdot s^{-2}$$

$$t_{\Delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,008}{1820}} = 0,002967 s$$

$$v = 1820 \cdot 0,002967 \approx 5,4 m \cdot s^{-2}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot 0,055 \cdot 5,4^2 = 0,8 J$$

$$E_{kin, záp} \geq 1,5 \cdot E_{ini, zápalky}$$

$$0,8 J \geq 0,75 J$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že návrh bicího ústrojí je v pořádku, a proto může být použit pro další postup [7].

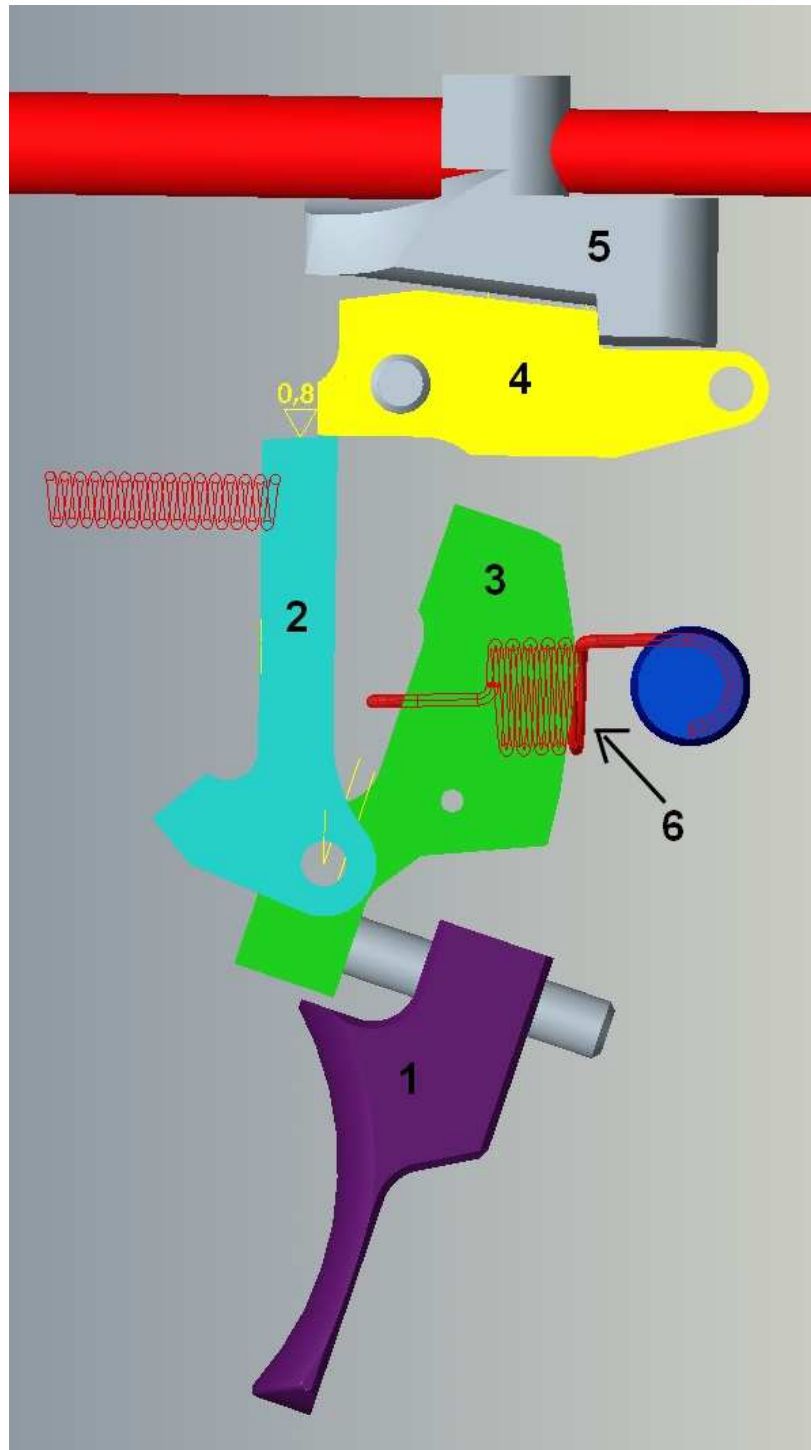
## 6.4 Spoušťové ústrojí

Pro optimální vypouštění BM je třeba mít plně stavitelný SM na míru každého střelce, např. délku volného chodu spouště, délku chodu a sílu potřebnou k odpálení, vzdálenost spouště na prst střílející ruky, možnost nastavení ergonomie, úpravu dotekových ploch atd. Přiložený graf (Příloha F Charakteristika spouště) charakteristiky spouště z ideově navržených dílů, předurčuje svými výsledky jisté a spolehlivé vypuštění BM. Grafické znázornění výsledků (Příloha F), pochází se simulačního programu MSC-ADEMS (řešič kinematických úloh).

Princip řešení je zřejmý z obrázku Obr. 6.3. Je zde použit uvolňovací SM s nefunkčním záchytem (4). Tažná pružina (6) umístěná ve střední části páky spouště (3), má již při zamontovaném stavu jisté předpětí, které vychýlí spoušť (1) v rozsahu 0-18°

vpřed s odporovou silou  $3N \pm 0,5N$ . Tento volný chod dává střelci určitou jistotu, že nedojde k odpálení, ale přitom má záruku, že při jakémkoliv dalším pohybu (kontakt mezi pákou spouště (3) a spoušťovou pákou (2)) s rapidním nárůstem síly odporu spouště (stavitelný rozsah 5-20N) dochází k okamžitému uvolnění BM.

Všechny délky chodů, a některé odpory pružin, musí být stavitelné tak, aby uspokojily uživatele s různě zažitými zvyklostmi.



Obr. 6.3 Návrh SM s volným chodem do odpálení

## 6.5 Pažba

Pro ideový návrh pažby, jsem se rozhodl použít pažbu stavitelnou, více popsanou v 3.8. Pažba by měla být kombinací více materiálů.

Pro výrobu skeletu doporučuji dobře obrobitelné slitiny hliníku pro případné dodatečné vytvoření přípojných rozhraní. Plast použít na výrobu pistolové rukojeti s následným nanesením pryžové vrstvy, která má pozitivní vliv na jistotu úchopu.

Pažba musí být pro použití u speciálních jednotek řešena především s ohledem na tuhost všech spojení, které má významný vliv na výslednou přesnost, pohyb střelce se zbraní v nepřístupném terénu, při seskocích atd. Sklopná zadní část, musí při sklopení ke zbraní splynout s proporci celého kompletu, aniž by při nošení docházelo k zachytávání o překonávané překážky, nebo i o zachytávání o taktickou výstroj.

Dále bych jako uživatel ocenil, kdyby byl v předpažbí integrovaný držák náhradního zásobníku, který může mít v nepřehledných bojových podmínkách vliv na rychlost přebití, a tím opakování výstřelu.

Všechny stavitelné díly dotahovat jedním typem šroubu pro snadnější nastavení, kdy střelec potřebuje k přestavení pouze jeden klíč, popřípadě šroubovák. Dnes je k dostání široká paleta tzv. šroubů TORX, které nejsou tolik náchylné na opotřebení vlivem častého povolování. Volil bych proto tento typ šroubu použít v celém průřezu zbraně, nejen pro stavěcí šrouby pažby.

## 6.6 Zásobník

Pro spolehlivou funkci navrhuji použití jednořadého zásobníku s kapacitou 3-5 nábojů dle požadavků. Plášť zásobníku tvořený jedním plastovým výstřikem s vhodně navrženým žebrováním pro zvýšení tuhosti a eliminaci deformací, které by mohli mít za následek nespolehlivou funkci (závady při vsazování do zbraně, deformace hubice s následným nepřesným navedením střely do nábojové komory- významný vliv na rozptyl). Vzhledem k zamýšlené vyměnitelnosti hlavně za jinou ráži, by bylo vhodné, zásobník konstruovat s ohledem na tuto skutečnost a využít maximální dědičnost dílů, např. využití jednoho podavače, zásobníkové pružiny, dna zásobníku.

## 6.7 Příslušenství

Pro příslušenství bude použito přípojně rozhraní dle MIL-STD 1913, které je v současné době používáno v jednotkách NATO, jako standardní druh rozhraní k uchycení většiny druhů dnes užívaných doplňků, tzn., že zbraň si bude moci každý střelec nakonfigurovat dle vlastních požadavků.

Odstřelovačské pušky jsou dnes osazovány především výkonnými optickými zaměřovači, optoelektronickými přístroji a přístroji nočního vidění. Noční vidění bude řešeno jako tzv. předsádka, která je uchycena k pažbě.

## 7 Závěr

Cílem této práce bylo provést rešeršní šetření zaměřené na opakovací OPu s následným rozбором realizovaných konstrukčních principů použitelných pro ideový návrh odstřelovačské pušky ráže 338 Lapua Magnum.

Rešerše byla provedena celým průřezem dnes vyráběných a používaných odstřelovačských OPu. Jejím výstupem je výčet dat s grafickým znázorněním, která jsou uvedena v hlavní textové části. Jednotlivá dostupná data byla následně zpracována do přehledné srovnávací tabulky viz. příloha I.

Následná analýza použitých konstrukčních prvků sloužila jako podklad pro volbu nejvhodnějšího konstrukčního řešení s ohledem na technologičnost výroby, spolehlivost a s ohledem na specifické požadavky kladené na zbraně této kategorie.

Vzhledem ke zvolené ráži 338 Lapua Magnum, kde maximální tlaky dosahují hodnot až 470Mpa, bylo nutno dle zadání věnovat zvýšenou pozornost návrhu hlavně a jejímu uložení. Návrh hlavně s následnou kontrolou byl proveden dle dnes platných postupů pro konstrukci hlavní malorážových zbraní. Hlaveň je podle výpočtů navržena správně především s ohledem na její bezpečnost a přesnost.

Dále byl výpočtům podroben závěrový uzel. Navržené řešení závěrového uzlu je podle provedených výpočtů správné.

Vzhledem k tomu, že braň je určena především pro speciální jednotky, musely být pro bezporuchovou funkci voleny principy co nejjednodušší konstrukce. Často je využito prověřených konstrukčních prvků, které jsou ve zbraních celého světa zakomponovány již několik desítek let.

Tato bakalářská práce, bude do jisté míry soužit jako ideový návrh pro možné další zpracování detailních rozborů jednotlivých funkčních prvků.

## Literatura a další zdroje

- [1] Bala, J., Popelinský, L., Procházka, S., Rosický, J., *Automatické zbraně*. [Učebnice]. Praha: FMO, 1991, 636 s., číslo tisku RDV-51-1
- [2] Fišer, M., Procházka, S., Škvarek, J., *Hlavně palných zbraní*. [Učebnice]. Brno: UO, KZM, 2006, 201 s.
- [3] Fišer, M., *Konstrukce loveckých, sportovních a obranných zbraní*. [Skripta]. Ostrava: VŠB, TUO, 2009, 144 s.
- [4] Fišer, M., *Malorážové zbraně Základy konstrukce*. [Učebnice]. Brno: VA, KZS, 2003, 355 s.
- [5] Hogg, J., *Moderní odstřelovačské pušky*. [Publikace]. Praha: Naše vojsko, 2008, 144 s.
- [6] Hýkel, J., Malimánek, V., *Náboje do ručních palných zbraní*. [Publikace]. Praha: Naše vojsko, 2002, 540 s.
- [7] Fišer, M., Procházka, S., *Projektování loveckých, sportovních a obranných zbraní*. [Skripta]. Ostrava: VŠB, TUO, 2007, 142 s.

### Jiné zdroje

- <http://www.cheytac.com/default.asp>
- <http://www.truvelo.co.za/armoury/content/welcome-truvelo>
- <http://www.odstrelovac.estranky.cz/>
- <http://world.guns.ru/sniper/sn00-e.htm>
- <http://kostyho.blog.cz/0809/odstrelovaci-pusky-seznam>
- <http://www.vojsko.net/vyzbroj.php?id=sniper>

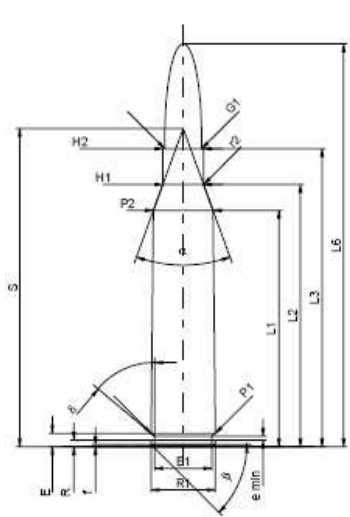
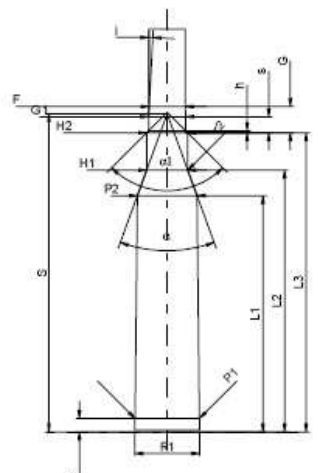


## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Stanislavu Procházkový CSc. vedoucímu bakalářské práce a Ing. Vladimíru Šimkovi za posouzení a cenné připomínky při tvorbě této práce.

## Seznam příloh:

- A Příloha A- C.I.P.
- B Příloha B- Výpočet tlaků
- C Příloha C Výpočet tlaků
- D Příloha D Výpočet tlaků
- E Příloha E Výpočet tlaků
- F Příloha F Charakteristika spouště
- G Příloha G Výkres hlavně
- H Příloha H výkres sestavy
- I Příloha I Srovnávací tabulka jednotlivých modelů zbraní uvedených v seznamu

TABLE I	338 Lapua Mag.	TAB. I
		Date 89-09-09
		Revision 02-05-15
Country of Origin: FI		
	<b>CARTRIDGE MAXI</b> <b>Lengths</b> L1 <sup>*)</sup> = 54.90 -0.20 L2 <sup>*)</sup> = 60.89 -0.20 L3 <sup>*)</sup> = 69.20 L4 = L5 = L6 = 93.50 <b>Case Head</b> R = 1.52 R1 = 14.93 R3 = E = 3.12 E1 = 13.24 e min = 0.90 δ = 50°04'48" f = 0.50 β = 45° <b>Powder Chamber</b> P1 = 14.91 P2 <sup>*)</sup> = 13.82 +0.20 <b>Junction Cone</b> α = 39°59'48" S = 73.89 r1 min = r2 = 2.50 <b>Collar</b> H1 <sup>*</sup> = 9.46 H2 <sup>*)</sup> = 9.41 <b>Projectile</b> G1 <sup>*)</sup> = 8.61 G2 = F = L3+G <sup>*)</sup> = 75.28 <b>Pressures (Energies)</b> <b>Method Transducer</b> Pmax = 4700 bar PK = 5405 bar PE = 5875 bar M = 25.00 EE = 6600 Joule <b>Miscellaneous Dimensions</b> Fe <sup>*)</sup> = 0.10 delta L =	<b>CHAMBER MINI</b> <b>Lengths</b> L1 <sup>*</sup> = 54.81 L2 <sup>*</sup> = 60.77 L3 <sup>*)</sup> = 69.45 <b>Breech</b> R = R1 = 15.03 R2 = R3 = r = <b>Powder Chamber</b> E = 3.12 P1 <sup>*)</sup> = 14.96 P2 <sup>*</sup> = 13.85 <b>Junction Cone</b> α <sup>*)</sup> = 40°00'46" S = 73.83 r1 max = r2 = 3.00 <b>Collar</b> H1 <sup>*</sup> = 9.51 H2 <sup>*)</sup> = 9.45 <b>Commencement of Rifling</b> G1 <sup>*)</sup> = 8.63 G <sup>*)</sup> = 6.08 α1 = 90° h = 0.41 s <sup>*</sup> = 3.70 i <sup>*)</sup> = 3°00'23" w = <b>Barrel</b> F <sup>*)</sup> = 8.38 Z <sup>*)</sup> = 8.58 <b>Grooves</b> b = 2.79 N = 6 u = 254.00 Q = 56.86 mm²
		
Scale 1:1.5		
Dimensions in << mm >> Dimensions and Tolerances for Proof Barrels APPENDIX CR 1		Notes: 1) Check for safety reasons * Basic dimensions

X (mm)	Z (%)	V (m/s)	P (MPa)	t (ms)	Přepočet délky hlavně	Délka hlavně +2*d	Průběh tlaku SN	Balistický tlak- P <sub>max</sub>	Tormentační tlak	Koeficient bezpečnosti	Konstrukční tlak
0,0000	0,8341	0,0000	25,0000	0,0000	0	0		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0004	0,8705	0,2944	26,0911	0,0011	1	18,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0018	0,8887	0,4416	26,6356	0,0048	2	19,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0050	0,9342	0,8096	27,9967	0,0099	3	20,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0112	0,9889	1,2509	29,6270	0,0160	4	21,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0220	1,0526	1,7657	31,5243	0,0231	5	22,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0392	1,1391	2,4640	34,0935	0,0313	6	23,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,0648	1,2347	3,2354	36,9213	0,0402	7	24,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,1012	1,3530	4,1898	40,4086	0,0501	8	25,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,1512	1,4896	5,2902	44,4094	0,0606	9	26,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,2178	1,6512	6,5912	49,1135	0,0718	10	27,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,3042	1,8401	8,1105	54,5696	0,0836	11	28,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,4140	2,0563	9,8474	60,7534	0,0958	12	29,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,5512	2,3090	11,8739	67,9005	0,1084	13	30,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,7200	2,5981	14,1889	75,9684	0,1214	14	31,22		0	610,5514295	1	610,5514295
0,9248	2,9281	16,8272	85,0364	0,1346	15	32,22		0	610,5514295	1	610,5514295
1,1704	3,3036	19,8232	95,1688	0,1480	16	33,22		0	610,5514295	1	610,5514295
1,4620	3,7293	23,2107	105,4128	0,1615	17	34,22		0	610,5514295	1	610,5514295
1,8050	4,2118	27,0410	118,8593	0,1752	18	35,22		0	610,5514295	1	610,5514295
2,2050	4,7512	31,3103	132,3866	0,1889	19	36,22		0	610,5514295	1	610,5514295
2,6630	5,3567	36,0864	147,1034	0,2026	20	37,22		0	610,5514295	1	610,5514295
3,2004	6,0304	41,3817	162,9041	0,2164	21	38,22		0	610,5514295	1	610,5514295
3,8088	6,7781	47,2349	179,7515	0,2301	22	39,22		0	610,5514295	1	610,5514295
4,5000	7,6032	53,6855	197,5232	0,2438	23	40,22		0	610,5514295	1	610,5514295
5,2812	8,5091	60,6919	216,0757	0,2575	24	41,22		0	610,5514295	1	610,5514295
6,1600	9,5003	68,3404	235,2748	0,2711	25	42,22		0	610,5514295	1	610,5514295
7,1442	10,5803	76,6269	254,9413	0,2847	26	43,22		0	610,5514295	1	610,5514295
8,2418	11,7502	85,5491	274,8332	0,2982	27	44,22		0	610,5514295	1	610,5514295
9,4612	13,0135	95,1210	294,7590	0,3117	28	45,22		0	610,5514295	1	610,5514295
10,8112	14,3700	105,3296	314,4542	0,3252	29	46,22		0	610,5514295	1	610,5514295
12,3008	15,8233	116,1871	333,7381	0,3386	30	47,22		0	610,5514295	1	610,5514295
13,9392	17,3722	127,6706	352,3506	0,3521	31	48,22		0	610,5514295	1	610,5514295
15,7360	19,0155	139,7574	370,0598	0,3655	32	49,22		0	610,5514295	1	610,5514295
17,7012	20,7533	152,4328	386,6860	0,3790	33	50,22		0	610,5514295	1	610,5514295
19,8450	22,5833	165,6856	402,0412	0,3924	34	51,22		0	610,5514295	1	610,5514295
22,1778	24,5054	179,4413	416,0130	0,4060	35	52,22		0	610,5514295	1	610,5514295
24,7104	26,5141	193,7051	428,4342	0,4195	36	53,22		0	610,5514295	1	610,5514295
27,4540	28,6092	208,4435	439,2676	0,4332	37	54,22		0	610,5514295	1	610,5514295

## Příloha B- Výpočet tlaků



30,4200	30,7852	223,6038	448,4267	0,4469	38	55,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
33,6200	33,0408	239,1659	455,9250	0,4607	39	56,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
37,0660	35,3692	255,0719	461,7318	0,4747	40	57,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
40,7704	37,7705	271,3114	465,9297	0,4888	41	58,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
44,7458	40,2355	287,8140	468,5171	0,5030	42	59,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
46,8754	41,5147	296,3123	469,2662	0,5103	43	60,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
48,0144	42,1861	300,7556	469,4942	0,5141	44	61,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
49,2311	42,8951	305,4344	469,6292	0,5181	45	62,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
49,8800	43,2695	307,8999	469,6549	0,5202	46	63,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
50,5712	43,6656	310,5037	469,6487	0,5224	47	64,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
53,0712	45,0767	319,7488	469,3773	0,5304	48	65,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
58,0712	47,7990	337,4394	467,7879	0,5456	49	66,22	0	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
58,4493	48,0000	338,7385	467,6223	0,5467	49,8404	67,0604	25	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
58,4493	48,0000	338,7385	467,6223	0,5467	49,84175	67,06175	26,09110456	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
63,6233	50,5675	355,5326	463,7517	0,5616	49,84495	67,06495	26,63564952	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
69,0854	53,0700	372,3268	458,0339	0,5767	49,8512	67,0712	27,99689668	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
74,8942	55,5075	389,1209	450,6760	0,5919	49,862	67,082	29,62699588	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
81,0506	57,8800	405,9150	441,8702	0,6074	49,87915	67,09915	31,52428461	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
87,5984	60,1875	422,7091	431,7949	0,6232	49,90475	67,12475	34,09352399	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
94,5742	62,4300	439,5032	420,6158	0,6394	49,9412	67,1612	36,92134959	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
102,0185	64,6075	456,2973	408,4874	0,6560	49,9912	67,2112	40,40855451	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
109,9758	66,7200	473,0915	395,5530	0,6731	50,05775	67,27775	44,40938117	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
118,4955	68,7675	489,8856	381,9462	0,6908	50,14415	67,36415	49,11345965	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
127,6320	70,7500	506,6797	367,7911	0,7091	50,254	67,474	54,56956721	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
137,4464	72,6675	523,4738	353,2029	0,7262	50,3912	67,6112	60,75336236	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
148,0065	74,5200	540,2679	338,2886	0,7480	50,55995	67,77995	67,90049055	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
159,3884	76,3075	557,0620	323,1472	0,7688	50,76475	67,98475	75,96841451	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
171,6774	78,0300	573,8561	307,8703	0,7905	51,0104	68,2304	85,03639924	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
184,9695	79,6875	590,6503	292,5423	0,8133	51,302	68,522	95,16880782	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
199,3731	81,2800	607,4444	277,2409	0,8374	51,64495	68,86495	106,4127543	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
215,0109	82,8075	624,2385	262,0374	0,8628	52,04495	69,26495	118,859286	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
232,0223	84,2700	641,0326	246,9968	0,8897	52,508	69,728	132,3866398	469,654958	610,5514295	1	610,5514295
250,5658	85,6675	657,8267	232,1785	0,9182	53,0404	70,2604	147,1033797	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
270,8226	87,0000	674,6208	217,6359	0,9486	53,64875	70,86875	162,9041063	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
293,0004	88,2675	691,4150	203,4173	0,9811	54,33995	71,55995	179,7515284	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
317,3380	89,4700	708,2091	189,5857	1,0159	55,1212	72,3412	197,5231974	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
344,1109	90,6075	725,0032	176,1194	1,0532	56	73,22	216,0757392	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
373,6384	91,6800	741,7973	163,1118	1,0935	56,98415	74,20415	235,2748285	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
406,2919	92,6875	758,5914	150,5718	1,1370	58,08175	75,30175	254,9412863	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
442,5050	93,6300	775,3855	138,5240	1,1842	59,3012	76,5212	274,8331944	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154
482,7864	94,5075	792,1797	126,9889	1,2356	60,6512	77,8712	294,7590419	469,654958	610,5514295	1,2	732,6617154

## Příloha C Výpočet tlaků

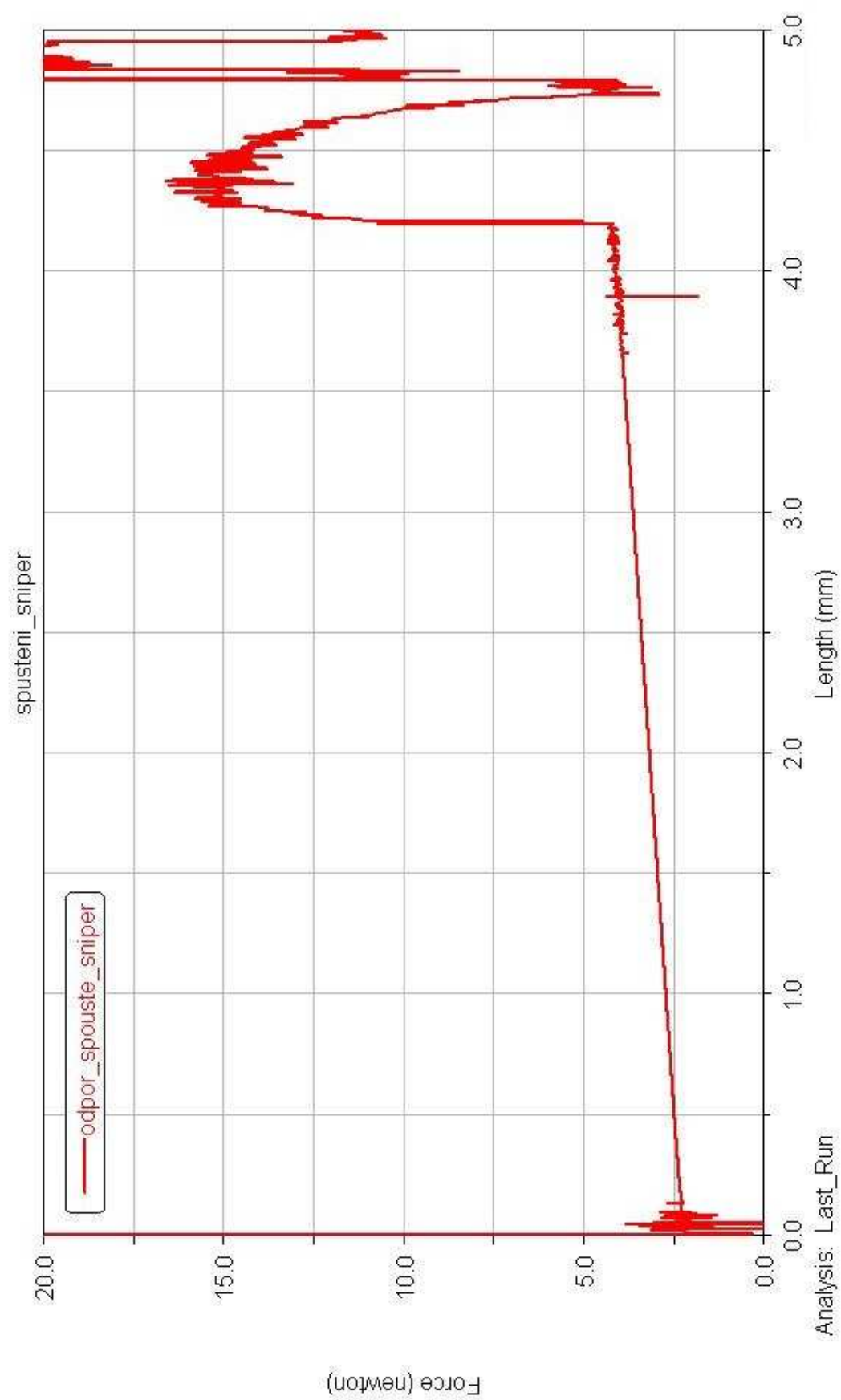


527,7356	95,3200	808,9738	115,9831	1,2918	62,14075	79,36075	314,4542383	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
578,0628	96,0675	825,7679	105,5193	1,3534	63,77915	80,99915	333,7381036	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
634,6131	96,7500	842,5620	95,6069	1,4211	65,576	82,796	352,35057	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
649,8375	96,9105	846,7605	93,2157	1,4392	67,5412	84,7612	370,0598383	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,0790	96,9129	846,8261	93,1786	1,4395	69,68495	86,90495	386,6859857	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,1394	96,9136	846,8425	93,1694	1,4395	72,01775	89,23775	402,0412052	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,1696	96,9139	846,8507	93,1647	1,4396	74,5504	91,7704	416,0129739	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,1241	93,7097	783,1942	86,5412	1,5868	77,294	94,514	428,4342113	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,1543	93,7102	783,2025	86,5371	1,5868	80,25995	97,47995	439,2676112	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
650,1694	93,7104	783,2066	86,5351	1,5868	83,45995	100,67995	448,426706	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					86,906	104,126	455,9249646	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					90,6104	107,8304	461,7318122	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					94,58575	111,80575	465,9297146	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					96,71535	113,93535	468,5171478	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					97,8544125	115,0744125	469,2661959	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					99,0711125	116,2911125	469,4942462	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					99,72000625	116,9400063	469,6292388	469,6549458	610,5514295	1,2	732,6617154
					100,4112063	117,6312063	469,6549458	469,6549458	610,5514295	1,200390272	732,8999966
					102,9112063	120,1312063	469,6486807	469,6486807	610,5432849	1,201831847	733,7703635
					107,9112063	125,1312063	469,3772672	469,3772672	610,1904474	1,204834996	735,1788049
					108,2892818	125,5092818	467,7878566	467,7878566	608,1242135	1,205062765	732,8278463
					108,2892819	125,5092819	467,6223331	467,6223331	607,909033	1,205062765	732,5685403
					113,4633178	130,6833178	467,6223331	467,6223331	607,909033	1,208308334	734,5415509
					118,9353994	136,1553994	463,7517297	463,7517297	602,8772486	1,211884591	730,6176476
					124,734182	141,954182	458,0339	458,0339	595,4440699	1,215835766	723,9621966
					130,8906161	148,1106161	450,6760251	450,6760251	585,8788326	1,220212565	714,8967132
					137,4383538	154,6583538	441,8702112	441,8702112	574,4312745	1,225073344	703,7204425
					144,4141824	161,6341824	431,7948617	431,7948617	561,3333202	1,2304855	690,712511
					151,8584989	169,0784989	420,6158249	420,6158249	546,8005724	1,236527134	676,1337448
					159,8158369	177,0358369	408,4873659	408,4873659	531,0335757	1,243289057	660,2282336
					168,3354608	185,5554608	395,5529999	395,5529999	514,2188998	1,250877198	643,2246988
					177,4720413	194,6920413	381,9462152	381,9462152	496,5300798	1,259415532	625,3376946
					187,2864288	204,5064288	367,7911065	367,7911065	478,1284385	1,269049638	606,7687217
					197,8465451	215,0665451	353,2029345	353,2029345	459,1638149	1,279951051	587,7072073
					209,2284163	226,4484163	338,2886256	338,2886256	439,7752133	1,2923222603	568,3314484
					221,5173744	238,7373744	323,1472215	323,1472215	420,0913879	1,306405004	548,8094914
					234,8094619	252,0294619	307,8702864	307,8702864	400,2313723	1,322484993	529,2999836
					249,2130791	266,4330791	292,5422791	292,5422791	380,3049628	1,340905473	509,9530062
					264,8509255	282,0709255	277,2408947	277,2408947	360,4131631	1,362078186	490,9109074
					281,8622295	299,0822295	262,0373805	262,0373805	340,6485947	1,386499623	472,3091483
					300,4058016	317,6258016	246,9968307	246,9968307	321,09588	1,414771125	454,2771793

Příloha D Výpočet tlaků

320,6626299	337,8826299	232,1784607	232,1784607	301,8319989	1,447624391	436,9393635
342,8404267	360,0604267	217,635866	217,635866	282,9286258	1,485954056	420,4159672
367,1779832	384,3979832	203,4172865	203,4172865	264,4424465	1,530859533	404,8242401
393,9508922	411,1708922	189,5657385	189,5657385	246,4354601	1,583699089	390,2796137
423,4784184	440,6984184	176,1194354	176,1194354	228,9552661	1,646160213	376,8970495
456,1318841	473,3518841	163,1117995	163,1117995	212,0453393	1,720351794	364,79258
492,3449589	509,5649589	150,5717649	150,5717649	195,7432944	1,808925782	354,0850917
532,626359	549,846359	138,5239539	138,5239539	180,08114	1,915233871	344,8984174
577,5756123	594,7956123	126,9888663	126,9888663	165,0855261	2,043569941	337,3638188
627,9027551	645,1227551	115,9830636	115,9830636	150,7779827	2,199412429	331,6229692
684,4531055	701,6731055	105,5193486	105,5193486	137,1751532	2,389875757	327,8315731
699,6774692	716,8974692	103,6069402	103,6069402			
699,919023	717,139023					
699,9794294	717,1994294					
700,0096352	717,2296352					
699,9641301	717,1841301					
699,9942968	717,2142968					
700,0093807						

Příloha E Výpočet tlaků



Příloha F Charakteristika spouště